

För- och nackdelar med markplattor av natursten

Studie av funktion i gatumiljö hos några Sydsvenska
kommuner



Rebecca Bengtsson

Förord

Detta examensarbete är skrivet inom landskapsingenjörsprogrammet vid SLU, Alnarp och omfattar 15 högskolepoäng. Ämnet för examensarbetet är teknologi inom fördjupning C.

Ett stort tack riktas till dem som, med kloka råd och synpunkter, hjälpt till på vägen fram mot ett färdigställt examensarbete. Först och främst Angelika Blom – handledare vid SLU.

Magnus Richardsson – ämneskunnig handledare, Kurt Johansson och övriga inom stenindustrin som agerat bollplank. Samt alla berörda från de kommuner som ställt upp med personal och tid. Ett extra stort tack förtjänar Malmö kommun med Arne Ek i spetsen, som varit väldigt tillmötesgående och ställt upp med mycket tid och hjälp samt delat med sig av sin kunskap och stora erfarenhet.

Rebecca Bengtsson

Sammanfattning

Natursten har använts av människan som byggnadsmaterial i flera tusen år. Även som markbeläggingsmaterial har naturstenen en lång historia. Det är just sådan användning av natursten detta examensarbete behandlar, mer exakt markplattor av natursten i offentlig gatumiljö. Efter 60- och 70-talets näst intill obefintliga bruk av naturstensplattor för markbeläggningar har under de senaste årtiondena en klar ökning setts. Med denna ökning som bakgrund är det intressant att studera hur dessa ytor belagda med plattor av natursten egentligen fungerar och vad det finns för problem.

Syftet med det aktuella examensarbetet var att försöka klargöra i vilka situationer naturstensplattor fungerar bra respektive mindre bra i den offentliga gatumiljön. Meningen var att examensarbetet skall leda fram till någon slags rekommendation för vad man bör ha i åtanke när man väljer naturstensplattor till offentliga sammanhang och applikationer.

Examensarbetet består av en teoretisk del där natursten behandlas mer allmänt som en slags bakgrund till efterföljande studie av markplattor av natursten i offentlig miljö. Studien är en fördjupning i ämnet och riktar främst in sig på naturstensbeläggningarnas funktion och problem.

Studien har genomförts hos fem kommuner i södra Sverige, där ett eller flera naturstensbelagda objekt studerats genom platsbesök med okulär besiktning och fotodokumentation samt enkätfrågor.

De mest frekvent förekommande skadorna på de studerade objekten har visat sig vara utspjälkningar av kanter och hörn samt plattor som knäckts. Orsaken till detta är troligen i många av fallen en för smal eller ej sandfylld fog. Nämnda förhållande gör det möjligt för plattorna att flytta sig ur position och/eller ”gnaga” på varandra.

Några av de viktigaste rekommendationerna för att få en fungerande yta av naturstensplattor är:

- Ha tillräckligt breda fogar och hålla dem sandfyllda för att förhindra förflyttning av plattorna och därpå följande skador.
- Den/de som utför det praktiska arbetet med läggningen av naturstenplattorna bör ha erfarenhet av naturstensarbeten och vara fackmannamässig för ett gott resultat. Särskilt betydelsefullt att vederbörande förstår vikten av korrekt utförda fogar.
- Mycket viktigt att ha ett stabilt och ordentligt kompakterat underlag för beläggningen. Detta för att förhindra rörelse i både överbyggnad och i förlängningen hos beläggningen.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

INLEDNING	- 2 -
Bakgrund.....	- 2 -
Syfte.....	- 2 -
Avgränsning och definition	- 2 -
METOD OCH MATERIAL.....	- 4 -
Litteraturstudie	- 4 -
Studie av markplattor av natursten	- 4 -
Enkät.....	- 5 -
Platsbesök.....	- 5 -
Okulär besiktning	- 5 -
Fotodokumentation.....	- 6 -
OM NATURSTEN.....	- 7 -
Historia	- 7 -
Bergarter/Stentyper	- 8 -
... och några stensorter.....	- 10 -
Tekniska egenskaper	- 11 -
Anläggningstekniska rekommendationer.....	- 14 -
Tillverkning.....	- 14 -
Brytning.....	- 14 -
Bearbetning	- 15 -
Ytbearbetningar	- 16 -
Natursten hos två grannländer	- 18 -
Danmark	- 18 -
Norge	- 19 -
STUDIE AV MARKPLATTOR AV NATURSTEN I FEM SYDSVENSKA KOMMUNER..-	
21 -	
Halmstad.....	- 21 -
Helsingborg.....	- 23 -
Kristianstad	- 25 -
Lund	- 27 -
Malmö	- 29 -
DISKUSSION KRING STUDIEN	- 36 -
REFLEKTION	- 40 -
REKOMMENDATIONER FÖR ANVÄNDANDE AV MARKPLATTOR AV	
NATURSTEN	- 43 -
KÄLLFÖRTECKNING	- 44 -
Litteraturlista	- 44 -
Figurkällor	- 45 -
Tabellkällor	- 45 -
BILAGOR	- 46 -
Bilaga 1. Enkät	- 46 -

INLEDNING

Bakgrund

Anläggandet med markplattor av natursten har ökat både i privata trädgårdar och kanske framförallt i den offentliga utemiljön. Denna uppgång menar Ottne & Nettby (1995) att man kan se som en reaktion på 60- och 70-talets byggande, då man värdesatte massproducering och effektivitet, med asfalt och betong som främsta byggnadsmaterial. Många gamla kvarter jämnades med marken och de förut så vanliga naturstensbeläggningarna revs upp eller asfalterades över i ett försök att modernisera staden. I den nutida staden vill man i många fall återinföra naturstenen, som en historisk länk till svunna tider men också för att försköna och variera stadsbilden.

Med det ökande användandet av markplattor av natursten i den offentliga utemiljön har enligt Johansson¹ både fördelar och vissa problem rapporterats. Därför föreligger ett behov av att situationen kartläggs och ett intresse av detta finns från Sveriges Stenindustriförbund.

Syfte

Huvudsyftet med examensarbetet var att klargöra i vilka situationer naturstensplattor fungerar bra respektive mindre bra i den offentliga gatumiljön. Vilka aspekter de kommunala förvaltningarna upplever som problem och i vilka avseenden beläggningar med markplattor av natursten har varit till belåtenhet? Meningen var att examensarbetet skall leda fram till någon slags rekommendation för vad man bör ha i åtanke när man väljer naturstensplattor till offentliga sammanhang och applikationer.

Frågeställningar:

- Vad fungerar bra vid användning av markplattor i natursten i utemiljö/gatumiljö? Varför?
- Vad fungerar mindre bra vid användning av markplattor i natursten i utemiljö/gatumiljö? Varför?
- Vilka skador och problem är frekvent förekommande på ytor belagda med naturstensplattor?
- Till hur stort hinder för ytans tänkta funktion är dessa skador?

Avgränsning och definition

Den inledande litteraturstudien är allmänt hållen och är ett försök att ge en bred bakgrundsinformation i ämnet natursten. Efterföljande studie är en fördjupning i ämnet och avgränsas därför till att endast gälla beläggningar med markplattor av natursten i offentlig miljö. Definitionen av markplatta är i detta arbete följande: rektangulära eller kvadratiska plattor med mått som överskrider 200x200 (oregelbundna plattor räknas här också in i begreppet). Även benämningen ”hällar” förekommer allmänt för vissa dimensioner på denna sorts markbeläggning. Således kommer inte gatstensbeläggningar att nämnas. Dimensionering av markplattor i natursten ingår inte på någon avancerad nivå eftersom det för tillfället råder osäkerhet huruvida gällande rekommendationer är riktiga. Naturstensbeläggningar av privat

¹ Kurt Johansson, Sveriges Stenindustriförbund. Möte 30 oktober 2007

karaktär, såsom trädgårdar eller innergårdar, undantas också i examensarbetet. Självfallet tar arbetet inte upp några aspekter som rör naturstensplattor för inomhusbruk/inomhusapplikationer.

Studien är även geografiskt avgränsad, av tids- och transporttekniska skäl ingår endast kommuner i Sydsverige. Kommuner ingående i studien är till antalet fem, och dessa bidrar vardera med ett eller flera objekt. Aktuellt examensarbete kommer inte heller bjuda på några djupare analyser eller förklaringar av tänkbara ekonomiska, miljö- eller arbetsmiljömässiga frågeställningar.

METOD OCH MATERIAL

Litteraturstudie

Examensarbetet inleds med en litteraturstudie för att få en något bredare och mer allmän bakgrund till det smala ämne, markplattor av natursten, som behandlas i senare delar. Litteratur har sökts både på SLU:s bibliotek och andra, i form av böcker och tidsskrifter. Sökord som använts för att kunna få en orientering i enkätförfarandet är: intervju, enkät och questionnaires. Sökord som använts för att finna relevant facklitteratur om natursten är: natursten (svenska och danska), beläggning, natural stone, naturstein (tyska och norska), dimension stone och granit. Även en del privat eller lånad litteratur har använts för litteraturstudien. En stor del av tiden för litteratursökandet har spenderats letande vetenskapliga artiklar i olika databaser och på internet. Det som finns skrivet om natursten fyller inte många hyllmeter, särskilt inte på svenska. Därför utgör den engelska, tyska, danska och norska litteratur som ingår i studien ett välkommet tillskott. Dock är det skrifterna från Sveriges Stenindustriförbund som står för mycket av och kanske den viktigaste kunskapen och informationen i litteraturstudien.

En inte obetydlig del av sökandet efter litteratur och studerandet av denna är ägnad åt litteratur inom ämnet enkätmetodik. Detta för att få fördjupade kunskaper inom enkätförfarandet och i senare undersökning förhoppningsvis kunna undvika de vanligaste fallgroparna. Det som alltså huvudsakligen studerats inom denna del av litteraturstudien är tillvägagångssätt, frågekonstruktion och till viss del hur insamlad information skall behandlas.

Studie av markplattor av natursten

Den empiriska delen av examensarbetet har använt sig av en rad olika metoder i ett försök att skapa en så komplett bild av verkligheten som möjligt.

De i studien ingående delarna har varit följande;

- en enkät i form av ett frågeformulär som har skickats med e-mail till fem kommuner och tjänstemän
- okulär besiktning av platsen
- fotodokumentation av platserna

Respondenter för enkätundersökningen är fem kommuner i Sydsverige; Malmö, Lund, Helsingborg, Halmstad och Kristianstad. Urvalet av kommuner skedde med tanken att det skulle vara rimligt att hinna besöka samtliga inom tidsramarna för examensarbetet.

Johansson² har också haft förslag på vilka kommuner i närheten som kunde vara lämpliga. De personer som fått representera aktuella kommuner och besvarat enkäten finns inom lämpliga förvaltningar (till exempel gatukontor) hos respektive kommun. Det är endast centralorten i respektive kommun som är representerade i studien. Hur många undersökningsobjekt varje kommun har kunnat bidra med har varierat av den enkla anledningen att det förekommer ett begränsat antal platser lämpade för studien i kommunerna, se tabell 1. Följaktligen har studieunderlaget bestått av 11 platser med markbeläggning av naturstensplattor i offentlig gatumiljö. Den ursprungliga tanken var att kommunerna skulle svara på en enkät för varje objekt.

² Kurt Johansson, Sveriges Stenindustriförbund. Möte 30 oktober 2007

Tabell 1. Kommuner och antal objekt ingående i studien

Kommun	Antal objekt	Antal skriftligt besvarade enkäter	Uppgiftslämnare i enkäten	Kommunrepresentant vid platsbesök
Halmstad	1	1	Ulf Holm, gatuchef	
Helsingborg	3	0		Anna Örtegren, Stadsbyggnadsförvaltningen
Kristianstad	1	1	Bertil Larsson, kommunteknik	Christer Landenhed, Stadsträdgårdsmästare
Lund	1	1	Håkan Lockby, gatuchef	
Malmö stad	5	1	Arne Ek, enhetschef gatukontoret	Arne Ek, enhetschef gatukontoret

Enkät

Enkäten (bilaga 1) har skapats med hjälp från flera håll. I litteratur som avhandlar och förklarar enkätmetodik ges riktlinjer rörande enkätskapande. Enkätens frågor har granskats, förbättrats och kommenterats av flera personer med mångårig erfarenhet av naturstensbranschen. Som stomme till aktuell enkät finns ett i tidigare sammanhang använt frågeformulär (för stenmontörer/leverantörer), skapat av Sveriges Stenindustriförbund.

Enligt Ejlerstson (2005) är en enkät ett formulär till största delen bestående av fasta svarsalternativ som respondenten själv fyller i. Sättet att konstruera frågor, undersöknings- och analysmetoder i en enkät kan appliceras även på en intervjuundersökning, när man vill ha samma grad av standardisering i frågorna. Tack vare att enkätundersökningen i detta examensarbete har vänt sig till relativt få respondenter har det rent praktiskt varit möjligt att kombinera enkätens frågor med vissa intervjufrågor vid platsbesöket. Svårare att genomföra studien på detta sätt hade det varit om enkäten vänt sig till, som brukligt vid gängse enkätundersökningar, ett antal tusen respondenter. Valet av metod gjordes med tanke på möjligheten till så uttömmande svar som möjligt. Trost (2007) poängterar att det inte är helt ovanligt att den/de som står för enkätundersökningen inte har syftet med denna formulerat eller klart för sig. Att vara klar över syftet med enkätundersökningen är väsentligt för att kunna konstruera frågor och senare analysera svaren. Här finns en tydlig parallell att dra till examensarbetet i sig; har man inte syftet klart och tydligt formulerat riskerar man ett otydligt och kanske felaktigt slutresultat.

Platsbesök

Okulär besiktning

Platsbesöket har innefattat en okulär besiktning av beläggningen i den aktuella staden/kommunen och helst ett möte med lämplig person där. Samtalet med den (förhoppningsvis) i ämnet relativt insatta kommunrepresentanten har fungerat som komplement till svaren erhållna i enkätdelen. Dock har det inte i alla kommuner varit samma

person som står för enkätsvaren och diskussionen på plats. Tanken har således varit att personen i fråga följt med ut till några olika objekt belagda med markplattor av natursten. Där har, utöver den okulära besiktningen, diskussion och klargöranden kunnat ske. Att första platsbesöket ägde rum i Malmö var ingen slump, här finns ett flertal objekt att se samt kunniga människor beredda att ställa upp med tid och råd. Med Malmöbesöket först i turordningen förbättrades förutsättningarna för värdefulla platsbesök i övriga kommuner

På plats har tanken varit att främst följande faktorer skulle iakttas:

- vilka skador och problem finns och tänkbara orsaker till dessa
- var skadorna och problemen påträffas och i vilken ungefärlig omfattning
- hur stort hinder skadorna är för funktionen
- vilken användning ytan har/vilka aktiviteter som förekommer på platsen

Fotodokumentation

Detta moment har ägt rum samtidigt som den okulära besiktningen. Fotodokumentationen skall tydliggöra och exemplifiera det som framkommer i enkätfrågorna samt vid okulära besiktningen och diskussionen under platsbesöket. Fotona skall dels ge en helhetsbild av beläggnings plats och situation i staden, dels skall detaljerade foton visa exempel på skador, problem eller andra intressanta detaljer.

OM NATURSTEN

Historia

Natursten har en flertusenårig historia i människans tjänst, då den har fungerat som byggnadsmaterial och markbeläggning i många olika civilisationer under årtusenden. I det forntida Norden ristades budskap och berättelser in i berghällar och med block byggdes gravrum. Vid en utblick i vida världen hittar man storslagna konstruktioner i natursten, såsom pyramiderna i Egypten, antikens tempel eller romarrikets byggnadsverk (Sveriges Stenindustriförbund, 2002). Exempel på att natursten använts som markbeläggning på gator och torg under mycket lång tid är kalkstensplattorna på romarrikets Forum Romanum och gatubeläggningar i Pompeji (Baetzner, 1991). Detta faktum gör enligt Ottne och Nettby (1995) att natursten kan ses som den äldsta sortens gatubeläggning.

Precis som i romarriket har det i Sverige förekommit gatubeläggning i form av kalkstensplattor. Vid utgrävningar av senmedeltida gotländska gator har man funnit stora flata kalkstensplattor som antagligen kilats loss från berget. Dock är plattor inte den mest frekvent använda typen av beläggning i de svenska gatornas historia, följande stycke skall kortfattat beskriva hur naturstensbeläggningens historia enligt Ottne och Nettby (1995) sett ut.

Så tidigt som på 1300-talet sade Magnus Erikssons stadslag att husägare var tvungna att hålla gatan på sin fastighet stensatt. Den första sortens sten som användes för att hårdgöra gatorna var fältsten/kullersten som plockades i omgivningarna. Det skulle dröja ända till 1700-talet innan fältstensbeläggningarna utvecklades vidare, genom att sortera stenarna och sätta dem i olika förband och med funktionella friser. 1763 kom de första anvisningarna för hur sättning av stenarna i gatubeläggningar skall utföras. Beläggningarna fungerade ändå inte och slitage var ett stort problem. För att komma tillrätta med dessa bekymmer hämtade man i början av 1800-talet duktiga stensättare ifrån Tyskland för att utbilda de inhemska stensättarna. Tyskarna införde bland annat bombering av gatorna och ett nytt arbetssätt vid sättning av stenarna. Vid slutet av 1850-talet övergick man allt mer till tuktad sten till gatubeläggningarna. Den tuktade stenen hade flertalet fördelar jämfört med fältstenen, dels blev ytan jämnare och behövdes inte heller läggas om lika ofta som tidigare. På de mest trafikerade fältstensgatorna krävdes omläggning ibland så ofta som vart 5:e år, medan den tuktade stenen beräknades hålla i 60 år. På gångbanorna var det vid denna tid inte ovanligt med planhuggna hållar, dessa kallades borgmästarstråk. Senare övergick man till att även belägga gångbanorna med den tuktade storgatstenen.

Smågatstenen introducerades under sista åren av 1800-talet, då det blev allt mer aktuellt med bra hårdgjorda körytor, när trafiken blev allt tyngre och bilen gjorde entré. Storgatstenen var ganska dyr och ett billigare alternativ behövdes. Smågatstenen hade även fördelarna att vara mer lätthanterliga vid läggning, lång varaktighet, lätt att hålla ren och gav bra fotfäste för hästar. 1912 brukades smågatsten i större skala och 1928 ansåg Väg- och vattenbyggnadskåren att denna beläggningstyp var den mest slitstarka och optimala för stadens gator. I början av 1930-talet nådde smågatstenen toppen av sin användning för att under mellankrigsåren och efter andra världskriget allt mer ersättas av asfalt.

Sveriges Stenindustriförbund (2007) påstår att naturstenanvändningen inte var särskilt frekvent som beläggningsmaterial i den offentliga utemiljön under 1960- och 1970-talet.

Detta var en följd av de då rådande idealen som innebar att det människan producerade var det främsta och att föredra. Att dessa material var billigare alternativ till natursten passade även väl med miljonprogrammets tanke om ekonomisk massproducering. Alltså var det asfalt och så småningom betongplattor som stod för materialet på stadens golv. Under denna tidsperiod och fram till 80-talet var det endast i de mest exklusiva projekten som natursten användes. Denna utveckling har vänt och idag är natursten ofta ett alternativ vid nybyggnation eller renoveringar av den offentliga utemiljön. En liknande utveckling kan ses om man blickar ut i Europa. Jennings (1987) berättar hur man i Storbritannien på 1930-talet började gå över till betong som markmaterial när industrin, precis som i Sverige, letade efter billigare material möjligt att massproducera. Men även här pekar trenden tydligt mot större användning av natursten som markbeläggningsmaterial. Marknadstendenserna i Storbritannien ser ljusa ut och det har förekommit att företag har återöppnat stenbrott som varit stängt sen det utkonkurrerats av betongverksamheten.

Bergarter/Stentyper

Jordskorpan, där våra bergarter ingår, är enligt Fors (1978) uppbyggd av mineraler, vilka består av grundämnen i kemiska föreningar. De absolut mest förekommande mineralerna är; fältspat, glimmer, hornblände, kalkspat, kvarts och pyroxen. Sveriges Stenindustriförbund (2002) påpekar att av de tusentals mineraler som är kända består vår jordskorpa till allra största delen (90 %) av dessa sex mineraler. När korn från ett, men oftast flera mineral är bundna till varandra har man alltså en bergart.

Precis som hos de enskilda mineralerna finns det en mängd olika bergarter/stentyper, men det är ett fåtal som utgör huvudförekomsten. Bergarterna indelas efter bildningsätt i följande tre grupper:

- Magmatiska bergarter

Har sitt ursprung i jordens inre, varifrån bergarten uppträder i flytande form för att sedan stelna vid avkylning. Kan indelas i undergrupper efter huruvida de avkylts och stelnat hastigt eller långsamt, vilket påverkar strukturen och graden av finkornighet.

- Sedimentära bergarter

Är bildade som avlagringar på botten av förhistoriska hav. De sedimentära bergarterna består av finfördelade magmatiska eller metamorfa bergarter eller smådelar av kalkskal. Kittet som håller ihop fragmenten är kvarts eller kalkspat.

- Metamorfa bergarter

Detta är omvandlade bergarter. Genom bland annat tryck och temperaturförändringar kan både magmatiska och sedimentära bergarter påverkas och i någon utsträckning anta nya karaktärsdrag till exempel ifråga om mineralens orientering.

Struktur är enligt Fors (1978) den term som används för att förklara mineralkornens sammanfogning i en bergart/stentyp. Strukturen kan benämnas kornig, fjällig osv. Även storleken ingår i beteckningen, såsom grovkornig, medelkornig och tät. Det förekommer jämnkornig och ojämnkornig struktur, slirstruktur, skiktstruktur och riktningslös struktur. Inte sällan har en bergart flera av dessa strukturer. Stenens textur, det mönster eller ljusspel som framträder på ytan vid snitt genom stenen, är bestämd av strukturen. Både stenyntans visuella och haptiska (vid beröring) egenskaper ingår i texturbegreppet. Glasig, tät, kornig, ådrig, flammig m.fl. är ord för att beskriva stenens textur.

Att svensk natursten håller hög kvalitet förklaras delvis enligt Sveriges Stenindustriförbund (2002) av landets förhållandevis gamla berggrund. Under olika perioder i berggrundens

bildande har de äldsta magmatiska bergarterna och kalkstenarna påverkats av diverse tryck, smältning och omblandning. Dessa faktorer leder till att stenen som bryts i Sverige idag är hårdare i jämförelse med liknande bergart/stentyp från andra platser i världen. Stenens hårdhet är en positiv egenskap för byggnadssten, som blir tålig och beständig.

Nedan följer beskrivning av några bergarter/stentyper som förekommer i svensk naturstensbrytning.

- Granit

Inom stenindustrin är gruppen utökad från att gälla faktisk granit (i geologisk mening) till några övriga bergarter med jämbördiga byggnadstekniska kvaliteter och egenskaper. Bland dessa finner man gnejs (metamorf), kvartsit (metamorf) och diabas (magmatisk). Sveriges berggrund innehåller gott om granit och det finns en stor variation i färger och nyanser med gråa, blåbruna, röda och svarta sorter. Dock är granit från samma brott i regel mycket homogen i fråga om färg och textur (med undantag av gnejs). Hos de faktiska graniterna, som är magmatiska, är texturen i större eller mindre utsträckning alltid mer eller mindre kornig. Gnejs har en tydlig slirstruktur som ofta är starkt flammig eller ådrad. Den ”svarta graniten” ser för ögat helt svart ut men vid förstoring syns en typisk struktur. Granit bryts främst i Skåne (grå och röd), Bohuslän (grå, rödgrå, blåbrun och röd) Småland (rödgrå, blåbrun och röd). I Halland bryts (röda) gnejser och de så kallade svarta graniterna (diabas och syenit) finner man i norra Skåne och södra Småland (Sveriges Stenindustriförbund, 2002).

- Kalksten

En sedimentär bergart som till största delen består av finkornigt kalk- och lerslam och bitar av djurskal. Vanligtvis är kalksten lagrad i vågräta bankar med en tjocklek av 40-180 mm. De olika bankarna kan i samma brott ha olika färg och textur, de sorteras då som olika stensorter. Dessa olika stensorter kännetecknas vanligtvis av sin oregelbundna, blommiga eller fläckiga struktur, ibland förekommer även fossil (särskilt i kalksten från Gotland). Sveriges kalkstensbrytning sker i Skåne (svart), Jämtland (svart, grå och röd), Öland (grå, gråbrun och röd), Västergötland (grå, gråbrun och röd), Östergötland (grå, gråbrun och röd) och Gotland (gulgrå med mycket fossil) (Sveriges Stenindustriförbund, 2002).

- Skiffer

Innefattar lerskiffer och den metamorfa motsvarigheten kvartsitskiffer. Strukturen är tät, skiktad och med tydliga, tätt liggande klov (riktningen med klyvbarhet). Dessa klovplan är i regel horisontella om än något vågiga, ojämna eller knottriga. Den allra största delen av skiffern som bryts i Sverige är kvartsitskiffer som är grå och kommer från Jämtland (Sveriges Stenindustriförbund, 2002).

- Sandsten

Består till största delen av kvartskorn och är en sedimentär bergart med enhetligt kornig struktur och textur. Man skiljer på silikatbunden och karbonatbunden sandsten, beroende på vilket bindmedel som håller ihop kvartskornen. Bindmedlet hos den hårdare sandstenen är silikathaltigt och hos den lösare är det karbonathaltigt. Brytningen sker idag i Dalarna (medelkornig gulröd silikatbunden sandsten) och på Gotland (lös finkornig grå karbonatbunden sandsten) (Sveriges Stenindustriförbund, 2002).

- Marmor

En metamorf sedimentär kalksten som är fullständigt omkristalliserad och till största delen bestående av kalcit och/eller dolomit. Svensk marmor har i princip finkorning och slirig

struktur med en ådrad, flammig eller fläckig textur. Den stora variationen i utseende gör att det i samma brott kan brytas flera marmorsorter och utseendet inom samma sort kan skilja sig relativt mycket. Närke (grön, gråvit och gråblå) och Östergötland (grön) är de platser i landet där marmor bryts idag (Sveriges Stenindustriförbund, 2002).

... och några stensorter

Sveriges Stenindustriförbund (2002) förklarar att varje karakteristisk variant av en bergart/stentyp blir betecknad som en stensort. Sortnamnet kan vanligen härledas till var just den aktuella stenen har brutits, såsom landskap, ortsnamn eller annat geografiskt område. Skulle det inom samma stenbrott brytas sten så olika att de sorteras som skilda sorter är det brukligt med någon tilläggsbetäckning efter sortnamnet. Exempel på sådant tillägg kan vara ljus, mörk eller söder. Koder eller nummer förekommer också som tilläggsbetäckningar. Dock kan, enligt Müller (1999), sortnamnen vara en snårskog. Det framgår inte alltid särskilt tydligt var stenen har sitt ursprung eller ens vilken bergart det egentligen rör sig om. Som exempel kan nämnas ”vit belgisk granit” vilket i själva verket är en kalksten eller ”Panne e Fragola” (översatt Grädde och jordgubbar) vars namn inte avslöjar någon väsentlig information om stenen eller dess egenskaper alls.

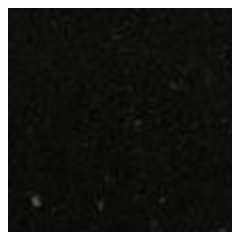
Nedan följer beskrivning av några i Sverige förekommande stensorter. Då det enligt Sveriges Stenindustriförbund (2002) bryts ca 70 stensorter i landet är detta på intet sätt någon heltäckande lista, utan endast för att exemplifiera namnbruket och ge en kort beskrivning av några relativt frekvent använda sorter.



Figur 1. Bjärlöv, polerad.



Figur 2. Grå Bohus (Näsinga), polerad.



Figur 3. Brännhult, polerad.



Figur 4. Blå Ekeberg, polerad.

- Bjärlöv

En grå granit (figur 1) som även går under namnet Champagne och bryts i nordöstra Skåne. Bjärlöv lämpar sig mycket väl där man önskar råkildad yta. Sorten ses ofta använd som gatsten, hållar, kantsten, murar, trappor, väggbeklädnad, monument och gravvårdar (Sveriges Stenindustriförbund 2003).

- Bohus

Graniten finns i flera utförande av både grått (figur 2) och rött och bryts i Bohuslän. Bohusgraniterna bildades för tusental miljoner år sedan (Sveriges Stenindustriförbund, 2002). Vanliga användningsområden för denna stensort är i utemiljö som markbeläggning, murar, trappor mm. Ses även som byggnadssten dvs. till fasader och golv (Sveriges Stenindustriförbund 2003).

- Brännhult

En av flera diabassorter, vilka oriktigt brukar kallas svart granit (figur 3). Diabas är ca 1 550 miljoner år och bryts i nästan enbart i regionen norra Skåne/södra Småland (Sveriges

Stenindustriförbund, 2002). Ett viktigt användningsområde är gravvårdar. Diabas ses även i monument, väggbeklädnader och trappor (Sveriges Stenindustriförbund 2003).

- Ekeberg

Marmor med flera olika tilläggsbetäckningar, såsom Natur, Blå (figur 4) eller Mörk. Bryts i Glanshammar, Närke (Sveriges Stenindustriförbund, 2002) och används vanligen till golv, fönsterbänkar och trappor både ut- och invändigt (Sveriges Stenindustriförbund 2003).



Figur 5. Hallandsgnejs (Bårap), polerad.



Figur 6. Norrvange, polerad.



Figur 7. Offerdalsskiffer, klovyta.



Figur 8. Vånga (AP), polerad.

- Hallandsgnejs

Räknas ibland till graniterna. Är rödaktig med ”sliriga” mönster (figur 5) och bryts som namnet antyder i Halland. Hallandsgnejsen är 1 600-1 700 miljoner år gammal (Sveriges Stenindustriförbund, 2002).

- Norrvange

Ljus gulgrå kalkstenssort (figur 6) som bryts på Gotland (Sveriges Stenindustriförbund, 2002). Ofta använd till golv, trappor, fasader och fönsterbänkar (Sveriges Stenindustriförbund 2003).

- Offerdalsskiffer (figur 7)

Som sortnamnet berättar är detta en kvartsitskiffer från Offerdal, vilket betyder att den bryts i Jämtland (Sveriges Stenindustriförbund, 2002). Sammanhang skiffern syns i är vanligen i markbeläggningar, trappor, fasader, golv och gravvårdar (Sveriges Stenindustriförbund 2003).

- Vånga

En röd granit (figur 8) som bildades för 1 400 miljoner år sedan och bryts i Skåne (Sveriges Stenindustriförbund, 2002). Brukas främst som byggnadssten (markbeläggning, murar, fasader och golv) samt gravvårdar (Sveriges Stenindustriförbund 2003).

Tekniska egenskaper

Enligt Alnæs (1995) är natursten ett synnerligen heterogent material och det finns inget annat byggmaterial som uppvisar så stora växlingar i fråga om utseende, uppbyggnad och struktur. Genom att känna till bergarten och stenbrottet menar Holgersen och Dam (2002) att man vet mycket om stenens utseende och egenskaper. Många av stenens egenskaper kan alltså härledas till dess bergart, dock är natursten ett variationsrikt material. Variationen ger att inget stycke natursten är det andra helt likt även om de är av samma bergart och härstammar från samma brott. Enligt Sveriges Stenindustriförbund (2002) är orsaken till detta att inte ens sten av samma sort är helt enhetlig.

Många av de värden uppmätta vid olika test för diverse tekniska egenskaper hos natursten skall ses som orientering eller hänvisning för materialet och inte någon exakt sanning. Provresultat varierar beroende på en mängd parametrar, såsom provningsmetod, testutrustning och nämnda variation i stenmaterialet.

- Densitet

Anger stenens vikt per volymenhet och skrivs som kg/m^3 . Normalt ligger värdet runt 2600-2800 kg/m^3 , men enstaka bergarter kan nå upp till ca 3000 kg/m^3 . I praktiken har densiteten inte särskilt stor betydelse, det är dock möjligt att utläsa viss information om stenens egenskaper. Hög densitet indikerar att bergarten är massiv, alltså har den färre porer där till exempel vittring kan starta (Holgersen & Dam, 2002). Hos de svenska stensorter ansedda som byggnadssten varierar densiteten jämförelsevis lite (Fors, 1978).

- Tryckhållfasthet

För att få veta tryckhållfastheten, som är den största belastningen innan brott uppstår, belastas provämnet på jämnt underlag. Resultatet från ett sådant prov är mest tillämpligt på korta stenar, såsom gatsten (Holgersen & Dam, 2002). Enheten är MPa. Dock är värdena för tryckhållfastheten inte jämförbara om man inte använt samma provningsmetod. Ifall stenen är homogen och inte innehåller stick eller släppor är det ett material som klarar stora tryckpåkänningar. Ändå räknar man i konstruktionssammanhang med ett starkt minskat värde för tryckhållfasthet för att kompensera risken att materialet innehåller stick och andra avvikelser eller inte har den optimala jämna belastningen (Sveriges Stenindustriförbund, 2002).

- Böjdraghållfasthet

Står för högsta påkänning (i MPa) vid böjning en sten tål innan brott uppstår. Med undantag av lerskiffer har natursten låg böjdraghållfasthet och det är ofta dessa värden (istället för tryckhållfasthet) man dimensionerar efter (Sveriges Stenindustriförbund, 2002). Enligt Holgersen och Dam (2002) får man värdena för böjdraghållfasthet genom att påföra tryck mitt på ett ämne som inte har jämnt stöd underifrån att vila på. Detta skall vara ett mer relevant test för kantsten och längre/större plattor där provningsmetoden motsvarar fordonens hjul som ger böjpåkänningar. Sveriges Stenindustriförbund (2007) påpekar att i en trafiksituation drabbas långsmala plattor av större böjpåkänningar än de kvadratisk formade. Större hänsyn skall tas till böjdraghållfastheten ju längre plattor som används. För att öka hållfastheten hos plattan kan tjockleken ökas, åtgärden höjer hållfastheten med kvadraten på tjockleken.

- Frostbeständighet

Vid omväxlande frost och töväder finns det risk att stenen frostsprängs och till följd av detta vittrar. Förmågan att stå emot nämnda förlopp har ett nära samband med densitet och vattenabsorptionsförmåga, ju färre och mindre porer som kan fyllas av vatten och frysa desto bättre frostbeständighet (Holgersen & Dam, 2002). Det existerar olika metoder för att bedöma frostbeständigheten, men hos flertalet stensorter grundar man bedömningen på verkliga erfarenheter. Några helt exakta och pålitliga siffervärden för när en stensort riskerar frostsprängning finns inte.

- Vattenabsorptionsförmåga

Anger hur mycket vatten stenen kan absorbera, vilket bl.a. är beroende av stenens porositet. Eftersom det finns ett visst samband mellan vattenfyllnadstal och frosthärdighet, kan hög absorptionsförmåga ibland ses som en varningssignal för frostsprängning (Fors, 1978). Som princip utgår man ifrån att en bergart med mindre vattenabsorptionsförmåga än 0,5 vikt% är

frostbeständig och inte kräver vidare testning. Dock visar praktiska erfarenheter att vissa stenar (kalkstens- och sandstenssorter) med högre värden klarar kyla utan att frostsprängas. Hög vattenabsorption gör stenen mer mottaglig för smuts och svårare att hålla ren. (Sveriges Stenindustriförbund, 2002).

- Kemisk resistens

Bedömningen av stenens kemiska resistens sker inte genom tester utan bestäms med hänsyn till den mineralogiska uppbyggnaden. I miljöer där stenen utsätts för olika sorters kemisk påverkan, är denna egenskap av betydelse. Exempel på sådan påverkan kan vara tössalter eller sura medel. Kvartsitskiffer och stensorterna i granitgruppen klarar påverkan från kemiskt sura medel mycket bra eftersom dessa stensorter består av silikatmineral. Dock finns undantag i form av viss utländsk mörk granit som inte är syrabeständig. Karbonatstenarna, såsom marmor och kalksten, påverkas av tössaltning och syror även om dessa bara är svaga (Sveriges Stenindustriförbund, 2007).

- Nötningshärdighet

Hög tålighet mot nötning är av stor vikt där materialet utsätts för mycket frekvent trafik, särskilt om riktningsändring förekommer. Hur lämplig en stensort är för beläggning av en trafikerad yta beror mycket på dess homogenitet. Den enda naturstensprodukt som utsätts för nötning är markplattor, i vilken grad detta sker beror på nämnda trafikintensitet i kombination med nedsmutsning av ytan. Den rörliga punktbelastning ett hjul utgör kan leda till komprimering, nötning, spjälkning eller vidhäftningsbrott hos stenen. Utöver lastens storlek påverkar även friktionen vid hjulens vändning, anliggningsytans storlek, underarbetets utförande, plattornas omfång och vidhäftning (Fors, 1978). Mineralen fältspat och kvarts som ingår i granit, gör bergarten mycket hård och tålig mot mekanisk nötning. Därför behåller graniten sitt utseende under lång tid även vid stort slitage från trafik. Skiffer har i detta hänseende, beroende av sort, lika bra eller något sämre hårdhet som graniten. Mjukare stenar som marmor och kalksten drabbas hårdare av nötning och slits på så sätt fortare (Sveriges Stenindustriförbund, 2007).

- Friktion

De faktorer som påverkar friktionen mellan fot och mark är egenskaper och ytstruktur hos markbeläggningen och sulmaterialet samt eventuellt smörjmedel. Halkigheten kan vara mycket låg på en torr beläggning för att sedan vid exempelvis regn eller med höstlöv bli en hal yta (Fors, 1978). I jämförelse med andra markbeläggningsmaterial placerar sig natursten i fråga om friktion enligt Carlssons (2006) rapport i mitten av skalan, se tabell 2. Högst friktion uppmättes på ytan belagd med betongplattor och därefter på andra plats; asfalt. De testade naturstensytorna var belagda med hållar, två varianter av smågatsten eller marmor. Marmorn visade sig ha lägst friktion, medan de andra erhöll relativt jämbördiga värden. Övriga markbeläggningsmaterial som i rapporten uppvisar lägre friktionsvärden var trä i några olika varianter och glas. Testmetoden som använt i detta fall är en så kallad Portabel Friction Tester som körts över beläggningen med 5 upprepningar på en sträcka av 2 meter. Värdena i tabellen är i sig själva inte så intressanta, dessa varierar som Sveriges Stenindustriförbund (2007) påpekar mycket beroende på hur grov ytbearbetning ytan har och hur sliten den är. Tabellen kan ses som en hänvisning på hur några ganska vanliga naturstenbeläggningar placerar sig i förhållande till andra markbeläggningsmaterial. Dock gäller tabellens värden med säkerhet just på de testade platserna i Malmö.

Tabell 2. Uppmätta friktionsvärden för olika markmaterial på ett antal platser i Malmö

Plats	Beläggning	Friktion
Davidhalls torg	Betongplattor	0,80
Raul Wallenbergs plats	Asfalt	0,78
Davidhalls torg	Klinkerplattor	0,73
Malmborgsgatan	Hällar	0,65
Malmborgsgatan	Smågatsten, huggen	0,65
Universitetsbron, längd	Träbeläggning	0,62
Stora Nygatan-Södergatan	Hällar	0,60
Engelbrektsgatan	Hällar	0,60
Engelbrektsgatan	Smågatsten, sågad flammad	0,59
Malmborgsgatan	Smågatsten, sågad flammad	0,58
Engelbrektsgatan	Smågatsten, huggen	0,58
Universitetsbron, tvärs	Träbeläggning	0,53
Stora Nygatan-Södergatan	Marmorplattor	0,51
Bo01 Sundspromenaden	Trästavar	0,51
Bo01 Sundspromenaden	Glasstavar	0,40

Anläggningstekniska rekommendationer

Under denna rubrik följer två viktiga tekniska faktorer att ta hänsyn till när det gäller plattor/hällar av natursten.

- Underlag

Enligt Sveriges Stenindustriförbund (2007) skall överbyggnaden (terrass, förstärkningslager och bärlager) utföras enligt AMA 07/ATB VÄG. Underlaget skall ha en planhet med en maximal avvikelse av 9 mm på 3 m mätlängd. Ytans föreskrivna fall, höjder etc. skall vara tillgodosedda i underlaget och får inte justeras med sättsanden. Sättsanden skall alltså inte användas för korrigering till den tänkta och slutgiltiga höjden utan läggas i ett jämnt lager.

- Fogar

Fogar är ett måste i beläggningen. Genom att sprida lasterna i beläggningen fyller fogarna en mycket viktig funktion. För att dessa laster skall kunna spridas på ett bra sätt skall fogarna vara väl fyllda. Hur fogarna bör utföras anpassas efter underlaget; är underlaget inte dränerat används en så tät fog som möjligt. Är underlaget däremot genomsläppligt används en dränerande fog, detta för att undvika stående vatten i beläggningen. Sveriges Stenindustriförbund (2007) rekommenderar följande bredd hos fogarna; 6 ± 3 mm sandfog för rektangulära plattor med sågade kanter och 8 ± 3 mm om fogen utförs med bruk. Har plattorna huggna kanter ökas fogen till 10-20 mm.

Tillverkning

Brytning

Enbart tillgång på berg räcker inte för att öppna ett stenbrott och börja bryta natursten. Berg finns på många platser, men Holgersen och Dam (2002) menar att man måste ta hänsyn till en rad olika faktorer innan naturstensbrytning är aktuellt. Stenen skall vara konkurrenskraftig på marknaden, med en färg och struktur som efterfrågas. Denna önskade färg och struktur bör vara ensartad inom ett större område berg för att få lönsamhet i brytningen. För att undvika

allt för mycket fördyrande spill och skrotsten är det fördelaktigt med berg utan stor del sprickor och andra håligheter.

Sveriges Stenindustriförbund (2002) tar upp ytterligare punkter att ha i åtanke innan brytning startar. Stenens tekniska egenskaper skall fastställas, så att den klarar påfrestningarna från sin tänkta användning. Även egenskaperna i form av klyvbarhet är av betydelse för brytningen. Möjligheten att få ut stora block är ett måste för stenbrottets lönsamhet. Ännu en faktor att beakta är stenfyndighetens geografiska läge, en allt för avlägsen placering har en negativ inverkan på ekonomin genom ökade transport- och omkostnader.

Enligt Sveriges Stenindustriförbund (2002) sker all Sveriges stenbrytning i öppna brott, så kallade dagbrott. Vid brytning eftersträvar man att få ut så rätvinkliga block som möjligt av en relativt stor storlek, för att passa i den fortsatta bearbetningens maskiner. De metoder man använder vid brytning bestäms av vilken stentyp det handlar om och hur slagen i berget är placerade. (Slag är benämningen på de i berget naturliga sprickorna som oftast löper vinkelrätt mot varandra och utnyttjas vid brytningen.) Man kan göra indelningen *lössten* och *hårdsten* med avseende på vad stenen har för egenskaper gällande brytning och bearbetning. Till hårdsten räknas granit och de granitlika stentyperna. Till begreppet lössten förs kalksten, marmor och andra inte så "hårda" bergarter. Nedan följer korta exempel på hur brytning av sten ur respektive grupp kan gå till.

Vid granitbrytning utgår man ifrån var slagen i berget befinner sig för att sedan med hjälp av linsågning med diamantlina eller tätt borrarade hål i linje frilägga sidorna av det stora primärblocket. Att skjuta loss blocket förekommer också, då används någon typ av sprängladdning. Det måste finnas en fri yta att skjuta mot. Dessa råblock transporteras vanligen upp från brottet med stora hjullastare för att sedan delas till mindre block (Sveriges Stenindustriförbund, 2002).

Som beskrivits tidigare är kalksten vanligtvis lagrad i vågräta bankar av varierande tjocklek. Detta faktum utnyttjas vid brytningen. Byggnadssten tas som block ur de tjocka bankarna och ur de tunnare utvinns hällar för markbeläggning. Tillvägagångssättet vid brytning av de tunna hällarna är kilning direkt ur råblocket med obetydlig borrarning. För de större blocken gäller antingen kilning, linsågning eller diamantklingsågning. För slaget i botten är ofta inte borrarning nödvändigt utan kilning kan ske direkt (Sveriges Stenindustriförbund, 2002).

Bearbetning

För bearbetning av stenen menar Sveriges Stenindustriförbund (2002) att det brukligast sättet är någon form av sågning. Dock äger viss formning av råblocket rum redan i stenbrottet för att passa aktuella sågar och minska transporten av skrotsten. Rör det sig om granitblock är dessa ofta kilade, medan marmor och kalksten är sågade. Att annars, som traditionen bjuder, *kila* stenen med kilar, kilbleck och hammare/slägga till önskade mått förekommer främst vid tillverkning av mur- och kantsten av granit samt plattor av skiffer och kalksten.

Sågning förekommer med en rad variationer. För att få ut skivor ut stenblocket brukas en ramsåg, där ett antal diamantförsedda blad (10- ca 100) på en ram rör sig fram och tillbaka genom blocket. Hastigheten för denna metod är 100-200 mm per timme. En ramsåg med släta blad använder sig istället av vatten och kvarts- eller stålsand för att nöta sig igenom stenblocket. Om det är granit som sågas med sistnämnda metod är tidsåtgången per 10-20 mm en timme. Ytterligare ett sätt att såga hårda stentyper, som granit, är med en stor klingsåg.

Klingorna är normalt 1300-3000 mm i diameter, utrustade med diamantsegment och bäst lämpade för kraftigare skivor. Det gamla sättet att forma sten med klubba och mejsel, *huggning*, brukas idag mestadels för renoveringar av äldre objekt, konstverk och liknande. Numera är handhuggredskapen utbytta mot dito tryckluftsdrivna. *Klippning* är en särskild sorts huggning, utförd av två eggar som drivs med hydropress. Ytan som uppstår vid klippning kan liknas vid den hos råkopp. Emellertid påpekar Holgersen och Dam (2002) att ytan inte blir lika enhetlig ifråga om kvalitet som vid handkilning. Men metoden är ett måste för att hålla priset på en rimlig nivå.

De stegen som sedan följer i framställningen och förädlingen av naturstensprodukter faller under ytbearbetningar och tas således upp i nästa stycke.

Ytbearbetningar

I den moderna stenindustrin är ytbearbetningen i de flesta fall endast en estetisk finess berättar Sveriges Stenindustriförbund (2002). Då man inte längre hugger fram formen med mejsel och klubba utan vanligen sågar till skivor, tillkommer stenens ytfinish i ett senare och separat skede. Handhuggna ytor är kostnads- och tidskrävande och används idag endast vid renovering av gamla objekt. En del av dessa för hand gjorda ytbearbetningar är idag ersatta av maskinella motsvarigheter, vissa har försvunnit helt och några nya maskinella har tillkommit.

Olika ytbearbetningar lämpar sig självfallet för olika ändamål. Se tabell 3 för vilka bearbetningar som är bäst lämpade för markbeläggningar. Man bör ha i åtanke att ytbearbetningen inte bara påverkar stenen rent utseendemässigt utan också har effekter på funktion och tekniska egenskaper. Exempelvis blir slipade och polerade stenytor hala vid regnväder. Därför anser Holgersen och Dam (2002) att dessa bör användas endast under speciella förutsättningar där det är möjligt att bortse ifrån halkrisken.

Tabell 3. Rekommenderade ytbearbetningar för beläggningar

	Gångyta	Köryta
Granit		
Råkopp/råkilad		x
Flammad	xx	xx
Krysshamrad	xx	xx
Kalksten*		
Klovyta	xx	
Tophyvlad	xx	
Hyvlad	xx	
Flammad	xx	
Krysshamrad	xx	
Kvartsitskiffer		
Klovyta	xx	xx
Fyllitskiffer		
Klovyta	xx	
Borstad	xx	

xx Mycket lämplig **x** Lämplig

*Kalksten är känslig för salter och kan ej användas på ytor som tösaltas

För att ge en liten orientering i vilka ytbearbetningar av natursten som finns att tillgå följer nedan några av de vanligast förekommande. Genomgången begränsar sig till att behandla stentyperna; granit, gnejs, kvartsit, marmor, kalksten, sandsten och skiffer.

- Råkopp

En egentligen, företrädesvis på granit, obearbetad yta som skapas när man delar stenblock genom kilning. I brottytan som uppstår vid kilningen kommer kristallerna att framträda tydligt och ge stenen lyster och livfullhet (Sveriges Stenindustriförbund 2002). Denna ljusbrytning i stenens kristaller försvinner normalt vid en mer fint bearbetad yta, där istället texturen och färgen blir klarare (Fors 1978). Råkopp lämpar sig enligt Sveriges Stenindustriförbund (2002) allra bäst, i fråga om tekniska faktorer, till murar och socklar, även i viss mån till trappor.

- Klovyta

Liksom ovanstående en naturlig klyvyta, men i detta fall främst använd för skiffer och kalksten. På skiffer förekommer begreppen vanlig klovyta och slät klovyta, där den senare har större krav på planhet. Ytan är mycket lämplig till beläggningar, murar, trappor, fasader och socklar (Sveriges Stenindustriförbund 2002).

- Flammad

Med en låga mot stenens yta spjälkas kristallerna bort av den plötsliga och höga temperaturen. Flammingsmetoden ger en något vågig yta som liknar skiffers klovyta (Sveriges Stenindustriförbund 2002). Detta gör ytan halksäker men ändå mycket jämn att färdas på (Holgersen & Dam 2002). Sveriges Stenindustriförbund (2002) anser att flamning, precis som ovan nämnda ytbearbetning, är mycket fördelaktig till beläggningar, murar, trappor, fasader, och socklar.

- Krysshamrad

En av de kraftigare bearbetningarna som mattar stenens färg något och ger ett ganska skrovligt intryck. Bearbetningen utförs med tryckluftsmaskiner och kan ske i olika grovhet, från den grövsta graden 1 till grad 5, även kallad finhuggen. På byggnadssten ses vanligen krysshamring av grad 3. Ytbearbetningsmetoden förekommer på ett flertal av stentyperna; granit, gnejs, kvartsit, marmor, kalksten och sandsten. Krysshamrad granit, gnejs, kvartsit och kalksten är utmärkt för tidigare uppräknade applikationer; beläggningar, murar, trappor, fasader och socklar. Kalkstenen är dock till någon grad mindre lämplig för socklar (Sveriges Stenindustriförbund 2002).

- Hyvlad

Vanligen en ytbehandling för kalksten. Hyveljärn ger, beroende på inställning, olika stora utspjälkningar i stenen. En rad olika grova hyvlingar förekommer, från topphyvlad där bara de största knölna hyvlas bort till finhyvlad (0,2-0,3 mm djup i ytan) och släthyvlad. Den hyvlade kalkstenen lämpas sig allra bäst för beläggningar, trappor och fasader men kan även vara tänkbar till murar, socklar och restaurering (Sveriges Stenindustriförbund 2002).

- Slipad

Slipningen ger en slät men inte speglande yta. Det finns några olika grader av slipning, där de grövsta lämnar synliga slipränder. Metoden används på alla de vanligaste stentyperna (Sveriges Stenindustriförbund 2003). Den synliga uppbyggnaden av kristaller i stenen försvinner vid slipning och man får ett utseende som påminner om den naturligt slitna stenens yta (Holgersen & Dam 2002). Sveriges Stenindustriförbund (2002) menar att slipade ytor har

sin mest fördelaktiga användning i fasader och socklar. Beroende på stentyp (granit, gnejs och kvartsit) kan den även fungera till beläggningar och murar.

- Polerad

Denna bearbetning som utförs på granit, gnejs, kvartsit, marmor, skiffer och kalksten ger en slät och speglande yta där stenens färger framträder tydligt. (Sveriges Stenindustriförbund 2002)

Vid polering byts slipskivan mot en polerskiva vilket resulterar i en yta som i nyans liknar en våt sten, alltså mörkare än den råa ytan (Holgersen & Dam 2002). Som nämnts tidigare blir polerade ytor hala vid regn, därför menar Sveriges Stenindustriförbund (2002) att sådana ytor (undantaget marmor och kalksten) lämpar sig bäst för fasader och socklar. En annan tänkbar applikation för polerad granit, gnejs och kvartsit är murar.

Natursten hos två grannländer

För att studera ämnet natursten i ett något större sammanhang följer nedan en kort beskrivning från två av våra grannländer, Danmark och Norge. Fokus ligger på historia och utveckling men även dagens användande av natursten och produktion berörs. Förhoppningsvis kan det vara en intressant jämförelse även om det inom arbetets tidsramar inte hinns med några djupare analyser eller mycket utförliga redovisningar av fakta. Ett rimligt antagande borde vara att mycket är likt i de tre länderna, tack vare närheten till varandra och att det i mångt och mycket råder samma förutsättningar och förhållanden. Paralleller borde således vara lätta att finna men finns det också skillnader länderna emellan?

Danmark

- Historia och utveckling

Holgersen och Dam (2002) berättar att man i gamla stadsdelar och vid herrgårdar kan se markbeläggningar av ganska brokigt stenmaterial. Orsaken till detta är att man, i flera århundraden, kluvit och använt sig av de stenblock som legat på marken. Detta gjordes både för att rensa marken från sten och för att få nämnda beläggning. Även användningen av mindre, obearbetade fältstenar har långa traditioner som markbeläggning. Dessa kallas ”toppede brosten” eller ”knoldebrosten” och gav en ganska ojämn hårdgjord yta, som idag endast nyttjas för dekoration eller kulturhistoriska ändamål. Enligt Ottne och Nettby (1995) bildades det första danska stensätterskrået så tidigt som 1660 och kallades ”Brolæggerlauet”. (Benämningen för stensättare är i Danmark fortfarande brolæggere.) Brolæggerlauet som bestod av mästare, gesäller och lärlingar skapades för att förbättra standarden på de kritiserade stensättningsarbetena. Holgersen och Dam (2002) berättar vidare att den kilade stenen så småningom successivt tog över och en lång tradition av gatstensanvändning skapades. Smågatsten har sedan den i början av 1900-talet introducerades i Danmark varit den vanligast förekommande naturstensbeläggningen. Gatstenen sattes i bågmönster på gator och landsvägar, för att få en så stark beläggning som möjligt. Men med biltrafikens intåg visade sig smågatstensbeläggningarna vara både för ojämna och svaga. Så efter andra världskriget tog asfalten och betongen över gatstens roll som primär gatubeläggning.

Idag syns smågatstenen främst där trafiken är begränsad eller långsam såsom på torg, gångar, parkeringsplatser och överfarter. När det gäller plattor av natursten, har dessa genom Danmarks markbeläggningshistoria inte haft något stort utrymme. Men plattorna har under de

senaste åren ökat i användning. En stor del av Danmarks egen naturstenbrytning sker på Bornholm. Den bornholmska graniten, som är välbekant i de danska städerna, visar upp en stor mångfald ifråga om färger och textur. Den inhemska graniten har en särskild ställning i Danmark men under de senaste årtiondena har marknaden utökats med utländska stenar.

Nedan presenteras två exempel på stensorter, som förekommer i den danska naturstensproduktionen.

- Segen

En bordeauxröd granit, färgad av röda fältspatmineraler och järn. Sorten har goda klyvegenskaper och är därför mycket vanligt förekommande som gatsten i Danmark. Denna granit bryts numera på Nordbornholm (Holgersen & Dam, 2002).

- Paradis

Består till allra största delen (80 %) av mörkgrå gnejs. Den resterande delen är ljus granit som löper genom stenen likt flammor. Stensorten används mestadels till sågade ämnen då den är svår att klyva. Paradisgraniten bryts i Paradisbakkerne, Bornholm (Holgersen & Dam, 2002).

Norge

- Historia och utveckling

Sikkeland och Thorvaldsen (2007) berättar att man i Norge har brukat natursten som byggnadsmaterial sen historiens begynnelse. Det upptäcktes tidigt att vissa bergarter var mer lättbearbetade och klyvbara än andra. Alnæs (1995) påstår dock att man i landet inte har några stora traditioner inom byggnation med natursten. Det första som byggdes i någon större skala var kyrkor på 1150-1300-talet. Därefter dröjde det till andra hälften av 1800-talet innan natursten återigen användes för byggnadsändamål. Då var det främst granitiska bergarter som användes till hussocklar och beklädnader. När det gäller markbeläggning av natursten har sedan gammalt gatstenen ett starkt fäste i Østfold, runt Iddefjorden. Där hugger man av tradition sten för beläggning av Iddefjordsgraniten, som har goda klyvegenskaper och tilltalande färg. Denna sten stod bakom Norges exportuppgång av gatsten på 1870-talet, till i första hand England och Tyskland. Användandet av natursten som markbeläggning har i modern tid genomgått en stor förändring, från att innan 1980-talets början förekommit väldigt sparsamt till att under det kommande årtiondet öka påtagligt. En starkt bidragande faktor till uppgången är renoveringar av städernas centrala delar och nyanläggning av parker och liknande. Där har man har gjort en återgång till det traditionella sättet att bygga och belägga vägar. Enligt Heldal och Peer (2000) har naturstensproduktionen efter 80-talets kraftiga uppgång, befunnit sig på samma stabila nivå under 90-talet för att under de senaste åren åter visa en liten uppgång. Norges export av natursten beräknades 1999 uppgå till 85 miljoner US-dollar, medan importen stannade på 5 miljoner US-dollar. I framtiden tror Heldal och Neeb (2000) att naturstensproduktionen i Norge kommer att öka, både när det gäller volym och antal nya produkter. Dock är det inte troligt att en så kraftig tillväxt likt den på 80-talet upprepar sig.

Nedan presenteras två stentyper som är typiska i den norska naturstensproduktionen.

- Skiffer

Den skiffersort som i Norge används mest i anläggningssammanhang kallas Oppdal och kommer således från Oppdal-området. Förutom att vara klyvbar, är denna skiffer lätt att hugga och knäcka. Detta är landets mest kända skiffersort, omnämnd redan på 1600-talet. Andra vanliga skiffersorter är Alta och Otta (Sikkeland och Thorvaldsen, 2007). Av den skiffer som hämtas i norska brott går 45-50 % till produktion av markbeläggningsmaterial för

utomhusbruk, både plattor och oregelbundna hällar. Skiffer brukas även sedan gammalt i Norge som taktäckning och exporten för denna användning har på senare år ökat något (Alnæs, 1995).

- Larvikit

Är en av de dyraste stentyperna på den internationella marknaden, tack vare sitt fängslande färgspel och spännande textur. Stenen bryts i Larvikområdet (sydöstra Norge) och de mest kända sorterna är den ljusa Blue Pearl och den mörka Emerald Pearl (Alnæs, 1995). Namnet Labrador, ljus och mörk för respektive variant, förekommer också (Holgersen & Dam, 2002). Larvikiten står för nära 80 % av Norges hela naturstensexport. Stenen används främst till golv och fasader (Heldal och Peer, 2000), och faller enligt Sveriges Stenindustriförbund (2007) under begreppet granit.

STUDIE AV MARKPLATTOR AV NATURSTEN I FEM SYDSVENSKA KOMMUNER

Nedan följer de resultat som framkommit vid studien av naturstensbeläggningar i städer belägna i fem sydsvenska kommuner. Svaren från enkäten (bilaga 1) redovisas under rubrikerna; Beskrivning av beläggningen, Objektets miljö och användningsområde samt Funktion. Under rubriken Iakttagelser redovisas vad som observerats under platsbesöket och den okulära besiktningen.

Även information som framkommit vid diskussionen med representant för kommunen tas upp under rubriken Iakttagelser. Resultatet av fotodokumentationen redovisas nedan, med bilder tänkta att visa både beläggningen som helhet i sin miljö och mer detaljerade bilder för att exemplifiera skador och problem eller andra detaljer.

Halmstad

Hamngatan

Beskrivning av beläggningen

Beläggningens storlek: 52 m²

Regelbundna plattor av flammad svensk Hallandsgnejs.

Plattornas dimensioner: 300 x 1500-2000 mm (fallande längder) och 200 mm tjocka.

Beläggningen vilar på 400 mm bärlager och 50 mm sättsand.

Fogarna är 3 mm breda och fogfyllningen uppges bestå av normal fogsand.

Objektets miljö och användningsområde

Ytan är av karaktären gågata/torg men sporadisk biltrafik och distribution/lastbilar förekommer.

Ytan rengörs genom sopning men nersmutsning upplevs inte som ett problem och ytan uppges inte kräva något övrigt underhåll.

Funktion

Det som upplevs vara beläggningens positiva egenskaper är att den inte är underhållskrävande och att plattorna klarar aktuell belastning utan att skadas. Övriga fördelar som anges är främst de estetiska. Den aktuella stenen passar bra ihop med övriga beläggningsmaterial; smågatsten och betongplattor.

Som beläggningens negativa egenskaper anges halkighet vid regn och frost. Samt kostnaden för materialet.



Figur 9: Hamngatan, Halmstad.



Figur 10: Skadat hörn.

Iakttagelser

Beläggningen på Hamngatan är ny (anlagd 2006) och därför är ytan relativt fri från skador och utan observationer av problem. De skador som syns på plattorna är några enstaka utspjälkningar och skadade hörn, se figur 10. Troligen har dessa skador uppkommit av de lastbilar som trots allt trafikerar platsen, för leveranser till affärer och på sommaren till uteserveringarna.

De små skador som förekommer är inte till några hinder för ytans funktion, inte heller stör de intrycket av beläggningen. Ett problem som eventuellt skulle kunna uppstå i framtiden är så kallade snubbelkanter. Ett fåtal av plattorna ligger marginellt högre än övriga och om sättningar skulle ske kan denna nivåskillnad öka och resultera i nämnda snubbelkanter. Om underlaget är riktigt packat skall dock detta inte behöva bli ett problem.

Ett problem som kan tänkas öka i omfattning är, redan nämnda, utspjälkning av kanter.

Eftersom fogarna inte riktigt överallt håller den i enkäten angivna bredden av 3 mm, finns risken att plattorna nöts mot varandra med utspjälkningar som följd. Det är främst i de svängda partierna fogen blir smalare (på ena sidan), se figur 10.

De aktiviteter som syns på ytan är relativt mycket gång- och cykeltrafik, sporadisk biltrafik som leveranser och diverse distribution. Gissningsvis blir ytan också en slags vändplats, med ledning av de fakta att här finns parkeringsplatser, se figur 9, och att ytan är belägen i slutet av en gata som för allmän trafik inte leder vidare.

En reflektion över att man i enkäten ansåg natursten vara dyrt, främst i fråga om materialkostnad: Beläggningen består utöver de raka plattorna/hällarna av bågformade dito med olika radie. Rimligtvis en fördyrande faktor då det krävs merarbete för att ta fram former som inte är av standardmått.

Helsingborg

Eftersom inga enkätsvar inkommit från Helsingborg grundar sig följande redovisning helt på den okulära besiktningen och diskussionen med kommunrepresentanten vid platsbesöket.

Dunkers entré, Kungsgatan

Beskrivning av beläggningen

Regelbundna plattor av gul kinesisk krysshamrad granit.

Fogar av två bredder, med de bredaste där trafiken passerar över beläggningen.

Fogfyllning är gjord med sand.

Objektets miljö och användningsområde

En del av beläggningen är ett avsnitt av Kungsgatan och frekvent trafikerad. Beläggningens andra del är mer av karaktären gågata/torg. Se figur 11 där den trafikerade ytan är mittenpartiet (med plattorna i vertikal riktning på bilden) och gågata/torg-ytan är partierna närmst och längst bort.

Funktion

Vad det hos kommunen finns för erfarenheter av ytans funktion har inte framkommit. Dock är den trafikerade delen av beläggningen omgjord en gång. Då ändrades plattornas läggningsriktning.



Figur 11. Dunkers entré, Helsingborg.



Figur 12. Rostutfällningar och sprickanvisningar.



Figur 13. Sprickor.



Figur 14. Breda fogar.

Iakttagelser

Spräckta plattor förekommer i beläggningen, särskilt där man, enligt figur 13, gjort mindre passbitar runt brunnar och liknande. Ganska jämnt fördelat över ytan har man problem med missfärgningar av rostutfällningar (figur 12). En slående egenskap hos beläggningen är de ovanligt breda fogarna som förekommer på den trafikerade delen, se figur 14. Det är en markant skillnad i fogbredd mot beläggningens övriga delar, som inte är avsedda för liknande

trafik. Tanken med så pass breda fogar är enligt Olsson³ att plattorna skall tillåtas mer rörelse utan att skada varandra när fordonen passerar över och belastar. Plattorna lades vid ombyggnationen i nittio grader i förhållande till övriga plattor i beläggningen. Om detta kan tänkas ha någon betydelse för hållbarheten berörs vidare i diskussionsdelen.

Gustav Adolfs torg

Beskrivning av beläggningen

Regelbundna plattor av flammad granit.

Objektets miljö och användningsområde

Ytan är av karaktären gågata/torg men sporadisk biltrafik och distribution/lastbilar förekommer. Ytan används för torghandel.

Funktion

Vad det hos kommunen finns för erfarenheter av ytans funktion har inte framkommit.



Figur 15. Gustav Adolfs torg, Helsingborg.

Iakttagelser

Vid besöket på plats hittades inga särskilda skador eller problem att dokumentera. Plattorna håller uppenbarligen och fyller sin funktion mycket väl. Att det förekommer torghandel på den belagda ytan (se figur 15) medför en del varutransporter och liknande. Detta har ännu inte lämnat några tydliga spår i form av spräckta eller utspjälkade plattor i beläggningen.

³ Peter Olsson, Stenarbeten i Osby. Möte 19 december 2007

Sundstorget

Beskrivning av beläggningen

Regelbundna plattor i två storlekar av granit. Större plattor av en röd flammad granit (möjligtvis Vånga) ligger i en stor cirkel, se figur 16. De röda och mörkgrå mindre plattorna täcker resten av ytan. Under beläggningen finns ett parkeringsgarage.

Objektets miljö och användningsområde

Ytan är av karaktären gågata/torg.

Funktion

Vad det hos kommunen finns för erfarenheter av ytans funktion har inte framkommit.



Figur 16. Sundstorget, Helsingborg.



Figur 17. Utspjälkningar och smala fogar.

Iakttagelser

Beläggningen har inga stora allvarliga skador eller problem. Runtom på den stora naturstensbelagda torgytan förekommer dock små utspjälkningar. Dessa skador finns på de små plattorna där fogarna av någon anledning har blivit för smala, se figur 17. I centrum av torgytan samlar sig vatten då avrinningsbrunnen ligger något högre än intilliggande plattor. Detta kan inte naturstensplattorna lastas för utan det är snarare ett fel i höjdsättningen, läggningen eller så har möjligen en sättning uppstått.

Kristianstad

Torgyta vid Östra boulevarden

Beskrivning av beläggningen

Beläggningens storlek: 2300 m²

Regelbundna plattor av flammad svensk Bjärlöv-granit.

Plattornas dimensioner: 350 x 350 mm och 100 mm tjocka

600 x fallande längder och 100 mm tjocka.

Beläggningen vilar på 250 mm förstärkningslager, 120 mm bärlager och 30 mm sättsand.

Fogfyllning består av sättsand.

Objektets miljö och användningsområde

Ytan är av karaktären gågata/torg men sporadisk biltrafik förekommer.

Ytan rengörs genom sopning men nersmutsning upplevs inte som ett problem och ytan uppges inte kräva något övrigt underhåll.

Funktion

Det som upplevs vara beläggnings positiva egenskaper är att den inte är underhållskrävande och att plattorna klarar aktuell belastning utan att skadas.



Figur 18. Torgyta, Kristianstad.



Figur 19. Utspjälkning och smala fogar.



Figur 20. Sprickor

Iakttagelser

De skador som upptäcktes på torgområdet vid besöket på platsen var små, både i omfattning och antal. Spräckta plattor, figur 20, hittades endast vid en punkt och omfattade två plattor. Sprickorna har troligen uppkommit vid någon sorts punktbelastning. Mindre sannolikt är det att sprickorna skulle vara en följd av tung trafik då skadan är belägen tätt intill en blockmur. En del mindre utspjälkningar, figur 19, förekommer, främst i stråket av kvadratiska plattor (figur 18). Där dessa framträder är fogarna mycket smala eller näst intill obefintliga (se figur 19) och möjliggör nötning plattorna sinsemellan. Orsaken till de smala fogarna kan tänkas vara avsaknad av fogsand, vilket ibland kan bli ett oönskat resultat av sopning. Tomma fogar

kan inte förhindra att plattor flyttas närmre varandra och skadas. Även sättningar syntes på några ställen men dessa hade inte orsakat några direkta skador på beläggningsen. På den jämförelsevis stora torgytan är de förekommande skadorna få och små, vilket gör att ytan kan fylla sin funktion som främst gångyta utan större hinder. Förutom den dominerande gångtrafiken, förekommer viss biltrafik såsom postbilar och liknande. Detta ser beläggningsen också ut att klara bra, särskilt med tanke på att den har klarat belastningen under en längre tid (anlagd 1999).

Lund

Centralstationen

Beskrivning av beläggningsen

Beläggningsens storlek: 600 m²

Regelbundna plattor av kryssharnad granit från Mönsterås (Mahogany).

Plattornas dimensioner: 300 x fallande längder, ej under 500 mm och 100 mm tjocka.

Beläggningsen vilar på ett bärlager av varierande tjocklek då det är lagt på befintligt förstärkningslager. Sättsandsskiktet är 30 mm tjockt.

Fogfyllningen uppges vara normal fogsand.

Objektets miljö och användningsområde

Ytan är av karaktären gågata/torg men väldigt sporadisk biltrafik och viss distribution med enstaka lastbilar förekommer. Ytan rengörs genom maskinell sopning med stålbortse och viss handsopning, men nersmutsning upplevs inte som ett problem och ytan uppges inte kräva något övrigt underhåll. Förutom att man ungefär en gång per år fyller på fogsand där sopmaskinen avlägsnat den befintliga sanden.

Funktion

Det som upplevs vara beläggningsens positiva egenskaper är att den inte är underhållskrävande, plattorna klarar aktuell belastning utan att skadas och att plattorna ger bra fotfäste vid regn. Plattorna fyller även en visuell funktion (utöver enbart estetiska); de ger ledning för gångriktning och skapar en mötesplats genom plattornas/hällarnas olika läggningsriktningar, se figurerna 21 och 22. Ännu en fördel uppfattas de långsgående hällarna/plattorna ge, genom att erbjuda ökad framkomlighet för rullstolsburna, barnvagnar med flera, se figur 22. Övriga synpunkter som framkom var att det är ett vackert och hållbart material.



Figur 21. Centralstationen, Lund. Tvärgående hällar.



Figur 22. Centralstationen, Lund. Längsgående hällar.



Figur 23. Sättningar.

Iakttagelser

Lundastandarden när det gäller markbeläggningar innebär enligt Lockby⁴ att den inte ska ta uppmärksamheten från byggnaderna. Därför är förekomsten av naturstensplattor i Lund

⁴ Håkan Lockby, gatu- och trafikkontoret i Lunds kommun. Möte 3 december 2007

mycket begränsad, man har främst använt sig av gatsten och betongplattor. Men när ytan vid Centralstationen gjordes om på slutet av 90-talet ville man profilera den särskilt och valde plattor/hällar i kombination med smågatsten. Man ansåg att på en yta med så hårt tryck och mycket slitage var det motiverat med natursten som kan stå emot dessa påfrestningar. Beläggningen vid Centralstationen kan i sin helhet betraktas som så gott som skadefri. Huvuddelen av ytan uppvisar inga större skador, det förekommer emellertid en del sättningar i anknytning till träden, se figur 23. Detta skulle vid kraftigare sättningar kunna vara ett visst hinder för funktionen, genom att försvara framkomligheten för rörelsehindrade. Att andra skador uppstått i så liten omfattning beror troligen på att fordonstrafiken är väldigt begränsad på ytan. Med tanke på det stora antal människor som varje dag rör sig till och från Centralstationen torde slitaget från dessa fotgängare och cyklister istället vara mycket hårt. Detta slitage är tillsynes inga problem för beläggningen att klara av. Enligt uppgift är ytan och beläggningen omtyckt, den har hållit bra och man har goda erfarenheter av den. Noteras kan att det på platsen, särskilt vid in- och utgångar för tågresenärerna, förekommer nedsmutsning av tuggummin i mycket hög grad.

Den del av beläggningen där det förekommer utspjälkningar, i någon särskild omfattning, är ett parti där bussar passerar. Dock finns inget enkätsvar för denna del då överbyggnaden här skiljer sig från den övriga ytan. Men slutsatsen går ändå att dra, utifrån platsbesöket. De plattor/hällar som är mest utsatta för utspjälkningar är de som ligger där vridmomentet från bussarna är som störst.

Malmö

Gustav Adolfs torg

Beskrivning av beläggningen

Beläggningens storlek: 1000 m²

Regelbundna plattor av flammad rödbrun Bohus-granit.

Plattornas dimensioner: 300 x 600-900 mm, 80 och 100 mm tjocka.

Beläggningen vilar på orörd terrass med ett bärlager på 150-250 mm. Sättsanden är av fraktionen 0-8 mm och lagd i ett lager om 30 mm.

Fogarna är 5-10 mm breda och fyllningen gjord med sand.

Objektets miljö och användningsområde

Ytan är av karaktären gågata/torg men sporadisk biltrafik förekommer. De belastningsskador som finns sker på de stråk trafiken är anvisad till, främst där dessa svänger. Ytan rengörs kontinuerligt med maskinsopning. Snöröjning och halkbekämpning förekommer också. Nersmutsning upplevs inte som ett problem och ytan uppges inte kräva något övrigt underhåll.

Funktion

Det som upplevs vara beläggningens positiva egenskaper är att den inte är underhållskrävande, plattorna klarar aktuell belastning utan att skadas och att plattorna ger bra fotfäste vid regn. Dock råder det på Malmös gatukontor delade meningar om huruvida plattorna erbjuder tillräckligt fotfäste vid blöt väderlek. Plattorna fyller även en visuell funktion (utöver enbart estetiska); de ger gångriktningsanvisning, se figur 24.



Figur 24. Gustav Adolfs torg, Malmö.



Figur 25. Utfart på Gustav Adolfs torg.



Figur 26. Spräckta plattor där trafiken svänger.

Iakttagelser

Den aktuella platsen är ett torg, anlagt 1995. Den största delen av aktiviteten här sker till fots. Denna belastning klarar beläggningen av mycket bra, utan större problem eller skador. Sporadisk biltrafik förekommer dock på ytan. På det stråk där fordonstrafiken är som mest koncentrerad, en utfart från närliggande gata (se figur 25), syns tydliga spår av detta. Som man påpekar i enkäten: De belastningsskador som finns sker på de stråk trafiken är anvisad till, främst där dessa svänger. I figur 26 kan skadorna av den svängande trafiken ses. De skador som förekommer i störst utsträckning här är spräckta plattor och i viss mån att plattorna flyttas ur position. Som man också nämner i enkäten blir ytan ojämn när plattorna

flyttas och då uppstår de flesta brotten. När plattorna inte längre vilar på ett jämnt underlag blir de enligt litteraturstudien känsligare för den böjdragpåkänning de utsätts för vid fordonens överfart. Att plattorna här i denna beläggning är relativt långa ökar denna känslighet, vilket beskrivs i stycket om naturstens tekniska egenskaper.

Centralplan

Beskrivning av beläggningen

Beläggningens storlek: 120 m²

Regelbundna plattor av flammad rödbrun Bohus-granit.

Plattornas dimensioner: 200 x fallande längder och 200 mm tjocka

300 x fallande längder och 200 mm tjocka

400 x fallande längder och 200 mm tjocka

Beläggningen vilar på en armerad gjuten betongplatta där kantstöd ingår som en del i konstruktionen (figur 28). Plattorna är även dubbade fast i underlaget och håligheter är uttagna undertill på plattan för bättre vidhäftning mot underlaget.

Fogfyllning består av expanderbetong.

Objektets miljö och användningsområde

Miljön som beläggningen befinner sig i är av typen bussterminal och således är det bussar som använder och trafikerar ytan. Ytan rengörs kontinuerligt med maskinsopning. Snöröjning och halkbekämpning förekommer också. Nersmutsning upplevs inte som ett problem och ytan uppges inte kräva något övrigt underhåll.

Funktion

Det som upplevs vara beläggningens positiva egenskaper är att den inte är underhållskrävande, plattorna klarar aktuell belastning utan att skadas och att plattorna ger bra fotfäste vid regn.



Figur 27. Centralplan, Malmö.



Figur 28. Plattor i bruk inspänt mellan kantstöd av betong.

Iakttagelser

På Centralplan förekommer både plattor satta i sand respektive bruk. Plattorna satta i sand utgör underlag på ”perrongen” som är avsedd för gående. Där det istället är bruk som sätt- och fogmaterial sker bussarnas överfart, se figur 27. Det är den senare ytan denna iakttagelse skall beröra. Busstrafiken och den belastning som uppstår med denna är mycket frekvent, då alla bussar som ankommer eller lämnar stationen passerar över beläggningen. Beläggningen är omlagd en gång (första delen 2006 och andra delen 2007), då den tidigare inte var ändamålsenligt utförd och därför inte klarade bussarnas påverkan. Trots detta höga trafiktryck syns inga skador på den nuvarande beläggningens plattor. Denna konstruktion är så väl tilltagen att den enligt Olsson⁵ även fortsättningsvis kommer att stå emot den hårda påfrestningen från busstrafiken. Således fyller beläggningen sin funktion mycket väl och skulle kunna ses som ett gott exempel.

Södertull

Beskrivning av beläggningen

Beläggningens yta:

Regelbundna plattor av flammad rödbrun Bohus-granit.

Plattornas dimensioner: 400 breda och 100 mm tjocka

Beläggningen vilar på ett 270 mm bärlager och 30 mm sättsand.

Fogfyllningen är gjord med sand.

Objektets miljö och användningsområde

Ytan är av karaktären gågata/torg men sporadisk biltrafik förekommer. Ytan rengörs kontinuerligt med maskinsopning. Snöröjning och halkbekämpning förekommer också. Nersmutsning upplevs inte som ett problem och ytan uppges inte kräva något övrigt underhåll.

Funktion

Det som upplevs vara beläggningens positiva egenskaper är att den inte är underhållskrävande, plattorna klarar aktuell belastning utan att skadas och att plattorna ger bra fotfäste vid regn. Dock råder det på Malmös gatukontor delade meningar om huruvida plattorna erbjuder tillräckligt fotfäste vid blöt väderlek.



Figur 29. Södertull, Malmö.



Figur 30. Flyttad platta med spricka.

Iakttagelser

⁵ Peter Olsson, Stenarbeten i Osby. Möte 19 december 2007

Plattorna/hällarna på platsen är lagda i längsgående riktning kombinerat med smågatsten, se figur 29. Beläggningsarbetet gjordes 2002. De skador på beläggningen som uppmärksammades vid den okulära besiktningen var spräckta plattor och plattor som flyttats ur position, se figur 30. Sistnämnda resulterar i att fogarna blir av varierande bredd. Antingen för breda med ansamling av skräp som följd eller alltför smala med ökad risk för utspjälkningar. Trolig orsak till beläggningens samtliga problem är den trafik av främst transporter till affärer och restauranger belägna längs med gatan. De plattor/hällar belägna längre ifrån affärer och restauranger uppvisade inte dessa skador i någon vidare omfattning. I fråga om funktion kan plattor som flyttat sig ur position med breda fogar som följd försvåra framkomligheten något. Risken finns att gående snubblar eller fastnar/trampar ner med klackar.

Malmborgsgatan

Beskrivning av beläggningen

Beläggningsens storlek: 30 m²

Regelbundna plattor av flammad rödbrun Bohus-granit.

Plattornas dimensioner: 400 mm breda och 100 mm tjocka

Vid läggningen användes den befintliga överbyggnaden.

Fogfyllningen är gjord med sand.

Objektets miljö och användningsområde

Ytan är av karaktären gata där lastbilar och annan distributionstrafik förekommer. De belastningsskador som finns har uppstått främst där fordonen svänger. Ytan rengörs kontinuerligt med maskinsopning. Snöröjning och halkbekämpning förekommer också. Nersmutsning upplevs inte som ett problem och ytan uppges inte kräva något övrigt underhåll.

Funktion

Plattorna klarar inte riktigt av den aktuella belastningen utan spjälkas ut och knäcks.



Figur 31. Malmborgsgatan, Malmö.



Figur 32. Lastbilstrafik.



Figur 33. Kraftiga utspjälkningar och spricka.

Iakttagelser

Beläggningen består av två partier belagda med naturstensplattor, resterande hårdgjord yta är smågatsten. Beläggningen anlades 2003. Beläggningarna finns vid Hansakompaniets varuintag, där det förekommer lastbilstrafik för diverse transporter och leveranser. De två ytorna har mycket tydligt olika grad av utspjälknings- och sprickskador. Ytan närmast varuintaget, se figur 32, är betydligt mer förskonad från dessa skador än bredvidliggande yta, se figur 31, några meter bort. Troligen beror denna markanta skillnad på vilken riktning lastbilarna kör och hur mycket de svänger på respektive yta. Ytan närmast varuintaget kör fordonen i princip bara rakt över. På den andra ytan blir det däremot stora påkänningar när fordonen svänger för att kunna lämna platsen. I figur 33 ses resultatet av dessa påkänningar, i form av riktigt kraftiga utspjälkningar och spräckta plattor. Ju mer ytan mals sönder av belastningen från passerande fordon desto sämre blir den givetvis, och förlorar sin funktion som hårdgjord och fast gatubeläggning.

Stadsteatern

Beskrivning av beläggningen

Beläggningens storlek: 22400 m²

Regelbundna plattor av kinesisk granit

Plattornas dimensioner: 400 x 400 mm

400 x 600 mm

400 x 800 mm

800 x 800 mm

Beläggningen har 30 mm sättsand. I vissa stråk finns värmeslingor nedlagda.

Fogfyllningen är gjord med sand.

Objektets miljö och användningsområde

Ytan är av karaktären gågata/torg men sporadisk biltrafik förekommer. Ytan rengörs kontinuerligt med maskinsopning. Nersmutsning upplevs inte som ett problem och ytan uppges inte kräva något övrigt underhåll.

Funktion

Det som upplevs vara beläggningens positiva egenskaper är att den inte är underhållskrävande, plattorna klarar aktuell belastning utan att skadas. En negativ aspekt är de missfärgningar som förekommer.



Figur 34. Stadsteatern, Malmö.



Figur 35. Rostutfällningar och sprickanvisningar.

Iakttagelser

Stor entréyta vid Stadsteatern belagd med plattor i varierande storlekar av kinesisk granit, se figur 34. Även plattornas färg varierar, vilket Ek⁶ var osäker på var tanken. Beläggningen som inte trafikeras (med undantag för några få servicefordon av diverse slag) har inga direkta skador på plattorna. Dock finns här några problem med beläggningen som anlades 2006; fogarna är tomma och skulle behöva en påfyllning av fogsand. Att det saknas fogsand gör att vissa av plattorna är instabila och blir vippiga när man går på dem. Det förekommer sprickanvisningar och rostutfällningar på flera av plattorna, se figur 35. Sprickor bör, som nämnts i litteraturstudien, inte förekomma i den färdiga naturstensprodukten. Dock tror inte Olsson⁷ att sprickanvisningarna i plattorna har någon större betydelse för hållbarheten. Missfärgningarna av rostutfällningar blir stora misspydande fläckar, vilka riskerar att störa helhetsintrycket av beläggningen.

⁶ Arne Ek, gatukontoret Malmö stad. Möte 22 november 2007

⁷ Peter Olsson, Stenarbeten i Osby. Möte 19 december 2007

DISKUSSION KRING STUDIEN

I följande stycke kommer olika aspekter av användandet av naturstensplattor i offentlig gatumiljö att diskuteras och analyseras. Detta blir en slags sammanfattning och redogörelse över vilka slutsatser som kan dras av studien som helhet. Analyser och diskussioner har sin främsta inriktning mot de skador och problem som förekommer inom studerade objekt samt beläggningsens funktionalitet med både positiva och negativa egenskaper. Tanken är följaktligen att diskussionen ska försöka ge svar på aktuellt examensarbets frågeställningar, enligt nedanstående:

- Vad fungerar bra vid användning av markplattor i natursten i utemiljö/gatumiljö? Varför?
- Vad fungerar mindre bra vid användning av markplattor i natursten i utemiljö/gatumiljö? Varför?
- Vilka skador och problem är frekvent förekommande på ytor belagda med naturstensplattor?
- Till hur stort hinder för ytans tänkta funktion är dessa skador?
- Frekventa skador eller problem och dess troliga orsaker

Utspjälkningar: Uppkommer på plattor som ligger tätt ihop och ”gnager” varandras kanter. Under platsbesöken och de okulära besiktningarna har utspjälkningar endast konstaterats på plattor där fogarna i beläggningsen varit alltför smala eller obefintliga. Orsaken till dessa smala fogar är i de flesta fall avsaknad av fogsand. Bristen på fogsand är troligen sopmaskinen i allmänhet skyldig till. Sopningen, som förekommer på de flesta av de studerade objekten, tar med sig sanden upp ur fogarna. De tomma fogarna gör det möjligt att flytta plattorna ur position, vilket sker vid någon sorts påkänning. Vid fortsatta påkänningar och belastningar, vanligen från fordon, börjar de nu tätt liggande plattorna spjälka bort varandras kanter.

Sprickor: Har i studien varit den mest frekvent förekommande skadan. Ett resultat man kan finna stöd för i litteraturstudien. Som beskrivits i samband med de tekniska egenskaperna har natursten en låg böjdraghållfasthet. Denna böjdragpåkänning inträffar i samband med fordonstrafik, särskilt om plattan inte vilar på ett helt plant underlag. Vid tillräcklig belastning från fordon eller liknande uppstår brott på plattan och en spricka framträder. Känsligheten ökar enligt litteraturen inte bara med ojämnt underlag utan också med plattans längd. Vilket också stämmer överens med studerade objekts skadebild, där de allra flesta plattor är av mer eller mindre rektangulärt mått och väldigt få är kvadratiske.

Sättningar: Som nämnts tidigare kan sättningar bidra till att plattor knäcks, på grund av att underlaget förändrats och inte längre är plant. Problemet förekommer storleksmässigt i varierande utbredning. Den vanligaste orsaken till dessa ojämnheter i beläggningsen torde vara att underlaget av någon anledning inte blivit tillräckligt kompakterat. En sådan anledning kan vara svårigheter att komma åt att packa underlaget ända intill diverse installationer i marken. Exempel på detta kan ses i figur 36, där underlaget så småningom antagligen sjunkit ihop med resultatet att plattan hamnar på en lägre höjd än omgivande beläggning. En snubbelkant har uppstått. Runt större nedstigningsbrunnar används ofta smågatsten som klarar av att jämna ut höjdskillnaden på ett annat sätt.

I samband med trädgropar kan sättningar ses, som vid den okulära besiktningen i Lund (figur 23). På en sådan plats förändras förhållandena i marken i takt med att det organiska materialet i trädgropen förmultnar och rötter växer. Dock är sättningar vid trädgropar inte ett problem specifikt för beläggningar av naturstensplattor utan förekommer hos de flesta beläggningar. Problematiken med det rörliga organiska materialet, skelettjordar och så vidare är ett helt annat ämne och lämnas därför därhän.



Figur 36. Snubbelkanter till följd av sättningar.

Missfärgningar: Ses vanligen som rostfärgade utfällningar. Orsaken till dessa utfällningar är enligt Sveriges Stenindustriförbund (2007) ansamlingar av järnmineral som börjar omvandlas när stenen placeras i utemiljö. Rostfläckarna är i första hand ett estetiskt problem som kan förstöra intrycket av beläggningen, men har inte lika stor påverkan på plattans funktion. Vid de okulära besiktningarna har fläckar skapade av rostutfällningar bara syns på beläggningar där plattorna är av utländskt härkomst. Se figurerna 12 och 35. Enlig Olsson⁸ är rostutfällningsproblemet allra störst på den gula (kinesiska) graniten.

- Åtgärder

För att rent tekniskt förhindra att ovanstående skador och problem uppstår kan man vidta en rad åtgärder. Kanske främst vid anläggandet av beläggningen, men även vid kommande underhållsarbete. Om plattorna redan i anläggningsfasen får en för smal fog har man underlättat uppkomsten av utspjälkningar, vilket givetvis är olyckligt. För att inte från början bygga in ett problem i beläggningen bör man hålla sig till den av Sveriges Stenindustriförbund rekommenderade fogbredden av 6 ± 3 mm.

Som Ek⁹ påpekar är dimensioneringen av överbyggnaden viktig för beläggningens framtida hållbarhet. Vidare är fogmaterialet, noggrann fogning och ”låsning” av plattorna av stor vikt. Särskilt där svängande trafik förekommer. Målet att låsa plattorna, och på så sätt få en stabil beläggning med liten risk för både sprickor och utspjälkningar kan uppnås genom att lägga dem i bruk. Dock är det enligt Olsson¹⁰ vid all läggning av naturstensplattor av stor betydelse för slutresultatet och hållbarheten att den som utför arbetet är kunnig och fackmannamässig. Om renhållningen sker med hjälp av sopmaskin som flyttar och tar med sig fogsanden är det viktigt att med jämna mellanrum eller vid behov fylla på med ny fogsand. Detta hjälper plattorna att ligga kvar och fogarna att behålla sin föreskrivna bredd. Man minskar på så sätt risken för att plattorna kommer för nära varandra med utspjälkning som följd. Vissa av de undersökta objekten är i behov av en sådan här påfyllning av ny fogsand.

⁸ Peter Olsson, Stenarbeten i Osby. Möte 19 december 2007

⁹ Arne Ek, gatukontoret Malmö stad. Möte 22 november 2007

¹⁰ Peter Olsson, Stenarbeten i Osby. Möte 19 december 2007

Problemet med fläckar av rostutfällningar avhjälpas lättast på beläggningsplaneringsstadium. Genom att välja stensorter som vid tidigare användning visat sig klara av det rådande utomhusklimatet, är riskerna för misspyrdande fläckar betydligt mindre.

- Funktion

På en hårdgjord yta i en stad förekommer nästan undantagslöst någon gång någon sorts fordonstrafik. Även om ytan primärt är tänkt som exempelvis gångyta, kommer den att trafikeras av olika servicefordon eller diverse leveranser. Detta är viktigt att tänka på och ta hänsyn till både under projektering och anläggning, då dessa fordon ofta är tunga och ger stora påkänningar på stenplattorna. En intressant reflektion i sammanhanget är att samtliga skriftligt besvarade enkäter säger att ingen trafikklass finns angiven för beläggningen. I de flesta fall är det, förhoppningsvis, ändå så att den som dimensionerat överbyggnaden har utgått från vilken belastning som verkligen skall förekomma på beläggningen.

I fråga om plattornas lägningsriktning mot trafiken anser Olsson¹¹ att denna inte är av betydelse för plattornas hållbarhet. En åsikt som med ledning av litteraturen verkar vettig. Böjdragpåkänningar uppstår oavsett om fordonet passerar plattan i tvär- eller längsgående riktning. Har underlaget då några som helst ojämnheter kommer plattan utsättas för denna böjdragpåkänning och således spräckas, oavsett lägningsriktning mot trafiken.

En betydelsefull egenskap hos ett beläggningsmaterial är vilket fotfäste eller grepp det erbjuder dem som skall trafikera ytan. Enligt tabell 2 i litteraturstudien har natursten lägre friktion än både asfalt och betong. Detta borde kunna sägas vara en sanning med modifikation, beroende på vilken ytbearbetning man valt. Som kan ses i genomgången av de olika ytbearbetningarna finns det en mängd varianter för natursten, från det blankaste polerade som givetvis är olämpligt ur halksynpunkt till väldigt ”ruffa” ytorna som råkilat, där friktionen rimligen borde vara hög. Som framgår i resultatredovisningen för Gustav Adolfs torg i Malmö, råder det hos gatukontoret delade meningar om huruvida de flammade plattorna ger tillräckligt fotfäste vid regn. Enligt Ek¹² har andra, exempelvis i Oslo, gjort erfarenheten att krysshamrade plattor är bättre i detta avseende än flammade på grund av ytbearbetningens beskaffenhet.

Plattor/hällar av natursten används frekvent tillsammans med smågatsten. En positiv funktion hos plattorna i detta sammanhang, som man sett i Lund, är att de gör framkomligheten bättre. Framförallt de hällar som är lagda i längsgående riktning erbjuder ett jämnare underlag för rullstolar, barnvagnar med flera. En annan positiv egenskap hos natursten som framhållits är att de är slitstarka. När det rör sig om plattorna i denna studie, där samtliga har varit av granit, kommer de högst troligt att klara av hårt slitage under lång tid (om de i övrigt får vara hela). Motståndskraften mot mekanisk nötning hos granit beror, som berättats i litteraturstudien, på de hårda mineralerna som bygger upp stenen.

En reflektion över plattorna/hällarna i Halmstad rör deras tjocklek i förhållande till många övriga objekt. Det skulle vara intressant att om några år när beläggningen utsatts för mer belastning och trafik se om den fortfarande är fri från spräckta plattor. I teorin borde färre sprickor ha uppstått på dessa 200 mm tjocka plattor än vad som varit vanligt på övriga objekt (oftast) 100 mm tjocka plattor. Eftersom det enligt litteraturen förhåller sig så att plattans hållfasthet ökar med kvadraten på tjockleken.

¹¹ Peter Olsson, Stenarbeten i Osby. Möte 19 december 2007

¹² Arne Ek, gatukontoret Malmö stad. Möte 22 november 2007

Som avslutning på stycket om funktion kan det vara lämpligt att peka på ett par exempel där beläggning fungerar bra respektive mindre bra. Ett gott exempel på en väl fungerande yta med markplattor av natursten är Centralplan i Malmö, se figur 27. Trots mycket hög belastning från frekvent busstrafik är beläggningen hel och funktionell. Tack vare att man använt en för platsen lämplig anläggningsmetod. Plattor satta i och fogade med bruk och inramade av ordentliga kantstöd ligger still och beläggningen håller. En mindre funktionell beläggning är den på Malmborgsgatan, se figur 31. Här klarar plattorna, som nämnts tidigare, inte av de stora påkänningar svängande lastbilar utövar. Vilket resulterar i att plattorna trycks ihop och skadar varandra. Följden blir en sprucken och allt trasigare beläggning som till slut varken är särskilt funktionell eller vacker.

REFLEKTION

I reflektionen kommer i någon mån resultatet och diskussionen kring studien beröras, dock ligger tyngdpunkten på hur valda metoder fungerat och hur dessa eventuellt har påverkat material och resultat. Reflektionen leder fram till ett antal slutsatser ifråga om det valda tillvägagångssättet.

- Litteraturstudie

Att hitta litteratur inom ämnet natursten har visat sig svårt i allmänhet och litteratur om naturstensplattor i synnerhet. Exempelvis är de flesta publicerade vetenskapliga artiklar på en alltför detaljerad nivå av kemi och beståndsdelar för att vara lämpliga källor. Bristen på för examensarbetet relevant litteratur har lett till en mer allmänt hållen litteraturstudie, där natursten i stort beskrivits. Litteraturen har således inte kunnat erbjuda någon riktig fördjupning i ämnet naturstensmarkplattor, utan givit en mer generell bakgrund att stå på inför därpå följande studie. Studiedelen står därmed för de fördjupade studierna i examensarbetet. Det finns en risk i en alltför begränsad tillgång på källor. Genom att förlita sig på en eller ett fåtal källor riskerar man att en onyanserad bild av verkligheten beskrivs. Att helt utgå från en enda skrift, hur bra den än må vara, blir ett återberättande av upphovsmannens eller dito organisations åsikter, värderingar och verklighetsbild. Förhoppningsvis är litteraturlistan för aktuellt examensarbete tillräckligt omfattande för att slippa trilla i den fällan.

- Studie av markplattor av natursten

Enkät

Vid enkätundersökningar får man i beräkningarna ta med ett visst bortfall av svar. Det finns två kategorier av bortfall, externa och interna. Det externa bortfallet är respondenter som inte svarat alls på enkäten och det interna bortfallet innebär att vissa frågor i enkäten inte blivit besvarade (Ejlertsson 2005). Beroende på hur man väljer att se på saken kan det antingen konstateras att endast ett litet externt bortfall förekom, eftersom alla kommuner utom en har besvarat enkäter. Att en relativt hög svarsfrekvens kunnat uppnås beror antagligen på att enkäten har kombinerats med samtal, platsbesök eller övrig kontakt. Vid enbart utskick av samma enkät, utan platsbesök och annan kontakt, skulle troligen inte alla kommuner ha besvarat denna. Skulle bortfallet istället ses ur synvinkeln av hur många besvarade enkäter som förväntades komma in (lika många som antalet undersökta objekt), så kan ett externt bortfall konstateras. Orsaken till denna något tvetydiga svarsfrekvens beror i praktiken på att några av kommunerna/respondenterna har flera studerade objekt, således även flera enkäter att besvara. Där så varit fallet och inte alla objekt funnits representerade bland besvarade enkäter, har den saknade informationen förmedlats genom muntlig och skriftlig korrespondens.

När det gäller det interna bortfallet förekommer det i någon utsträckning obesvarade frågor i samtliga inkomna enkäter. I de allra flesta fallen beror uteblivna svar troligtvis på att den svarande inte har haft/hittat den information som krävs för att kunna svara.

En tendens till att bara fylla i de absolut nödvändigaste kan anas i vissa av de besvarade enkäterna, vilket de öppna frågorna blir lidande av. De öppna frågorna där det varit önskvärt med något mer uttömmande svar än vad de fasta svarsalternativen kan erbjuda förblir istället obesvarade. Detta faktum bevisar faran med öppna frågor i en enkät. Uteblivet svar på öppna frågor behöver inte bero på bekvämlighet hos respondenten. Som Ejlertsson (2005) påpekar kan det förhålla sig så att en person vid ett fast svarsalternativ skulle hålla med om det givna påståendet, men kommer vid en öppen fråga inte spontant på att svara det samma.

Övriga reflektioner när det gäller enkät som metod för detta examensarbete är att man absolut inte får in mer information än den det frågats efter. Därför skall frågorna noga tänkas igenom och utformas så att svaren som kommer in verkligen är den informationen man behöver för att genomföra sin studie. I den enkätmetodik-litteraturen som använts i detta examensarbete berör man till största delen attitydundersökningar, där frågorna måste vara ytterligt genomarbetade och välformulerade för att undvika alla möjliga feltolkningar. Ur den aspekten har det varit lättare att göra en enkät som i stort sett bara frågar efter ren fakta och inte objektiva åsikter. Det faktum ökar troligen tillförlitligheten i svaren, då någon med en del kunskap om ämnet antagligen kan förstå och svara på en faktafråga även om den skulle vara något otydligt formulerad. Dock skall värdet i en klart och tydligt formulerad fråga inte underskattas i faktasammanhang heller, självklart är det viktigt för resultatets pålitlighet att de som fyllt i den är fått optimala förutsättningar att tolka och förstå frågorna såsom det var menat.

I någon av de studerade kommunerna har det av personal- och tidsbrist varit svårt att få tillbaka besvarade enkäter. Svaren har då erhållits muntligen via telefon men det interna bortfallet blev relativt stort på grund av nämnda tidsbrist.

Platsbesök/okulär besiktning

Platsbesöken och den okulära besiktningen med tillhörande samtal har varit nödvändiga för examensarbetets diskussion, då informationen samlad genom enkäterna inte ensam kunde utgjort ett tillräckligt underlag. Den fördjupade bakgrundsinformation litteraturen inte kunnat erbjuda, och som antagligen behövs för att på ett kunnigt sätt se på naturstensbeläggningar och dess skador, erhöles på ett bra sätt under första platsbesöket. Detta första besök ägde rum i Malmö och med hjälp av en kunnig och insatt kommunrepresentant förvärvades ny kunskap i ämnet som gjorde det möjligt att på efterföljande platser göra en mer initierad bedömning av situationen. Således var det första platsbesöket viktigt för kvaliteten på efterföljande okulära besiktningar, då mer kunskap utöver den från tidigare kurser i utbildningen inhämtades. Platsbesöket har i fallet där enkätsvaren innehöll stort internt bortfall varit av avgörande betydelse för bedömningen av den kommunens objekt.

Fotodokumentation

Bilder spelar en stor roll i hur mottagaren av informationen uppfattar det studerade objektet, platsen och de dokumenterade skadorna. Därför är fotografierna tagna med tanken att de förhoppningsvis ska kunna ge en så representativ bild av verkligheten som möjligt.

• Felkällor

Den mest uppenbara felkällan torde vara inkorrekta svar i enkäten. Felen kan exempelvis bero på att den svarande har blivit felinformerad, missuppfattat frågan eller helt enkelt tro sig ha svarat enligt verkligheten när de facto sanningen är en annan. För att helt eliminera en sådan felkälla skulle det krävas en noggrann kontroll av alla primärkällor, vilket hade gjort själva enkäten till en tidskrävande och egentligen onödig del i processen. En med problematiken sammanhängande del är att hitta den person inom kommunen som är bäst lämpad och inom området mest kunnig. Ett ganska självklart förhållande är att ju mindre insatt i ämnet uppgiftslämnaren är desto större risk finns det att svaren inte blir tillförlitliga. En annan källa till fel kan vara antaganden. En analys av orsaken till en viss skada (som man inte bevittnat uppstå) är troligen en gissning, hur sannolik och rimlig den än är.

Tänkbart är även att viss information missats under platsbesök och okulär besiktning, vilket i sådant fall skulle betyda att upplysningarna i undersökningen inte är helt fullständiga.

- Övriga reflektioner

I studien ingår ingen riktig jämförelse med andra beläggningsmaterial. Därför går det inte utifrån dessa resultat och slutsatser att uttala sig om huruvida naturstensplattor är bättre eller sämre än andra sorters beläggningar. Enbart det som framkommit i den aktuella studien gör det alltså inte möjligt att placera naturstenen på någon slags rankingskala. Däremot kan resultatet ses som ett konstaterande av vilka styrkor och svagheter naturstensplattor besitter som sådana. Exempelvis har många i enkäten svarat att plattorna kräver lite eller inget underhåll och att detta är positivt. Eftersom tiden, som sagt, inte tillåtit någon jämförelse med andra sorters markbeläggningar går det inte att svara på här om detta är en positiv kvalitet som endast hittas hos natursten. Det skulle kunna förhålla sig så att alla övriga markbeläggningsmaterial har samma små krav på underhåll. I sådant fall är detta varken till för- eller nackdel för naturstensplattorna och blir då en ganska irrelevant egenskap att ta hänsyn till, vid till exempel val av material.

Om det hade varit möjligt, tids- och transportmässigt, hade det nog för studien varit bättre att välja några större städer där förekomsten av beläggningar av naturstensplattor är större. Ett sådant upplägg skulle kunna vara Malmö, Göteborg och Stockholm. Det har visat sig under arbetets gång att plattor i natursten inte är särskilt allmänt nyttjat vid beläggningar i offentlig gatumiljö, med undantag för Malmö och i viss mån Helsingborg. Orsakerna till detta förhållande är säkert många och skiftande och skall inte analyseras i någon större utsträckning här. En tänkbar anledning till att naturstenplattorna är bättre representerade i de större städerna än i de små och halvstora, är att det finns en större budget att röra sig med i en stor kommun där mer pengar är i omlopp. Möjligen lever också föreställning från 1980-talet kvar hos vissa, att natursten endast är för de allra mest exklusiva projekten?

Enkäten har blivit någon slags bas- eller bakgrundsinformation, delvis beroende på svarsbortfall men också för att frågorna och svaren inte varit tillräckligt uttömmande. Föreställningen inför examensarbetet var att enkäten skulle bli den viktigaste och största delen i undersökningen. Men under arbetets gång har platsbesöken visat sig vara långt viktigare, för att med egna ögon kunna studera problemen och dra slutsatser.

Slutsatser gällande metod och tillvägagångssätt

- Vid användande av enkät krävs mycket tankearbete för att få fram tydliga frågor som verkligen frågar efter det man behöver få svar på.
- Respondenter svarar i stor utsträckning kortfattat och fåordigt.
- Enkäten gav i förhållande till platsbesöken ganska lite information att grunda antaganden och slutsatser på.
- Beläggningar med markplattor i natursten är inte särskilt vanligt förekommande i små eller medelstora kommuner/städer.

REKOMMENDATIONER FÖR ANVÄNDANDE AV MARKPLATTOR AV NATURSTEN

Som avslutning på examensarbetet följer nedan slutsatserna av studien i form av rekommendationer. Vad man bör ha i åtanke när en yta i offentlig gatumiljö skall beläggas med plattor av natursten?

- Vid projektering särskilt inventera och ta hänsyn till var eventuell svängande trafik kommer att finnas. Lämpligen vidta förstärkande åtgärder på just dessa platser, genom att till exempel använda en tjockare platta för en förbättrad hållfasthet.
- I projekteringsskedet noga tänka igenom vilka aktiviteter och vilken belastning som kommer att finnas på platsen. Även de belastningar som inte är de huvudsakliga, för att kunna föreskriva en lämplig anläggningsmetod.
- Vid val av plattor bör man ha i åtanke att känsligheten för böjdragpåkänningar ökar med plattans längd. Plattor med lång längd i förhållande till sin bredd knäcks således lättare.
- Mycket viktigt att ha ett stabilt och ordentligt kompakterat underlag för beläggningen. Detta för att förhindra rörelse i både överbyggnad och i förlängningen hos beläggningen.
- För frekvent trafikerade ytor och ytor med stora påkänningar är sättning i bruk att föredra. Då är plattorna låsta och ligger still.
- Ha tillräckligt breda fogar som är 6 ± 3 mm och hålla dem sandfyllda för att förhindra förflyttning av plattorna och därpå följande skador.
- Den/de som utför det praktiska arbetet med läggningen av naturstenplattorna bör ha erfarenhet av naturstensarbeten och vara fackmannamässig för ett gott resultat. Särskilt betydelsefullt att vederbörande förstår vikten av korrekt utförda fogar.

KÄLLFÖRTECKNING

Litteraturlista

Alnæs, L. (1995). *Kvalitet og bestandighet av naturstein: påvirkningsfaktorer og prøvemeter*. Trondheim: Universitetet i Trondheim, Norges tekniske høyskole. Diss. Trondheim, Institutt for geologi og bergteknikk, 1995:5.

Baetzner, A. (1991). *Natursteinarbeiten im Garten- und Landschaftsbau: Vorkommen der Gesteine, Bearbeitung und Verwendung*. Stuttgart: Ulmer

Carlsson, H. (2006). *Friktionsmätning med PFT i Malmö*. Dnr:2006/0253-202. Linköping: Statens väg- och transportforskningsinstitut.

Ejlertsson, G. (2005). *Enkäten i praktiken: en handbok i enkätmetodik*. Lund: Studentlitteratur.

Fors, B. (1978). *Natursten för beläggningar, beklädnader och murverk*. Stockholm: AB Svensk Byggtjänst.

Heldal, T. & Neeb, P.R. (2000). Natural stone in Norway: production, deposits and developments. *Norges geologiske undersøkelse Bulletin 436*, 15-26. (Elektronisk) Tillgänglig: www.ngu.no/FileArchive/102/Bulletin436.2.pdf (2007-11-15)

Holgersen, S. & Dam, T. (2002). *Befæstelser*. Frederiksberg: Forlaget Grønt Miljø.

Jennings, M. (1987). Back to the Stone Age. *Industrial Diamond Review*, 47(5), 221-222.

Müller, F. (1999). Natursteine. Ein Gänseblümchen ist ja auch keine Rose. *Landschaftsarchitektur*, 29(10), 40-43.

Ottne, C. & Nettby, M. (1995). *Tillbaka till stenålder. Handbok i stensättning*. Stockholm: Kommentus Förlag.

Sikkeland, J. & Thorvaldsen, K.A. (2007). *Hoggning og legging av skifer og natursteinplater*. Lier: A-88 Undervisning

Trost, J. (2007). *Enkätboken*. Lund: Studentlitteratur

Sveriges Stenindustriförbund. (2002). *Natursten 1 – Allmänt. Stenhandboken*. Kristianstad: Sveriges Stenindustriförbund

Sveriges Stenindustriförbund. (2003). *Stenkartoteket – Svenskt Stenkartotek. Stenhandboken*. Kristianstad: Sveriges Stenindustriförbund

Sveriges Stenindustriförbund. (2007). *Natursten - Utemiljö. Stenhandboken*. Kristianstad: Sveriges Stenindustriförbund

Figurkällor

Figur på framsidan: fotograferad av författaren.

Figur 1-8: Sveriges Stenindustriförbund, Stenhandboken 2003, www.sten.se.

Figur 9-36: fotograferade av författaren.

Tabellkällor

Tabell 1: Kommuner och antal objekt ingående i undersökningen. Egen

Tabell 2: Uppmätta friktionsvärden för olika markmaterial på ett antal platser i Malmö. Egen omarbetad efter (Carlsson, 2006:2).

Tabell 3: Rekommenderade ytbearbetningar för beläggningar. Egen omarbetad efter (Sveriges Stenindustriförbund, 2007:21).

BILAGOR

Bilaga 1. Enkät

För- och nackdelar med markplattor av natursten

Separata formulär ifylles för respektive objekt.

Markera i önskad ☐ med ett x eller där så krävs en siffra. Generella synpunkter antecknas lämpligen i slutet av enkäten eller i anslutning till respektive fråga.

Objekt:

Kommun:

Uppgiftslämnare:

Beskrivning av beläggningen/plattorna

Storlek på beläggningen kvm

Plattor, regelbundna: ☐ Plattor, oregelbundna: ☐.

Stentyp

Granit: ☐ Skiffer: ☐ Kalksten: ☐.

Annan:

Ange stensort(er):

Ange ursprungsland:

Ytbearbetning(ar)

Råköpp/råkilad: ☐ Klovyta: ☐ Flammad: ☐ Krysshamrad: ☐.

Annan:

Format

Plattans dimensioner, fasta mått: X X mm (bredd x längd x tjocklek)

Plattans dim., fallande längder: X X mm exempel: 300 x 450-900 (fall.lgd.) x 80mm

Oregelbunden: ☐.

Är plattan av det utförande som föreskrivits i förfrågningsunderlaget? Ja: ☐ Nej: ☐.

Om inte, vad avviker:

Beskrivning av läggningsmetod/förutsättningar

Läggningsmetod

Läggning i sand: ☐ Läggning i bruk: ☐.

Om läggning i sand, vilken typ/fraktion:

Läggningsskiktets tjocklek: mm

Bärlagrets tjocklek: mm

Förstärkningslagrets tjocklek: mm

Fogar

Fogbredd: mm

Fogfyllning med sand: . Fogfyllning med bruk: .

Om fyllning med sand, vilken typ/fraktion:

Objektets miljö/användningsområde

Gata/väg: ☐. Bussterminal eller likn.: ☐. Gångata/torg: ☐.

Trafikintensitet/belastning

Enbart gångtrafik: ☐ Sporadisk biltrafik: ☐ Frekvent biltrafik: ☐ Distribution/lastbilar: ☐

Bussar: ☐

Trafikklass angiven? Ja: ☐. Nej: ☐.

I sådant fall, vilken?

Är nedsmutsning av plattorna ett problem? Ja: ☐. Nej: ☐.

I sådant fall, vilken sort av nedsmutsning?

Rengörs plattytan? Ja: ☐. Nej: ☐.

I sådant fall, på vilket sätt?

Kräver plattytan någon annan form av underhåll? Ja: ☐. Nej: ☐.

I sådant fall, vilken form av underhåll?

Beläggningsens funktion

Vad fungerar bra?

Beläggningsen kräver lite underhåll: ☐.

Plattorna klarar aktuell belastning utan att skadas: ☐.

Plattorna ger bra fotfäste även vid regn: ☐.

Plattorna fyller en visuell funktion (utöver enbart estetiska): ☐.

I sådant fall vilken/vilka funktion(er):

Kommentarer på något av ovanstående påståenden:

Andra fördelar:

Vad fungerar mindre bra?

Plattorna knäcks: ☐.

Plattornas kanter spjälkas ut: ☐.

Plattorna flyttar sig: ☐.

Plattorna blir missfärgade: ☐.

Vittringsskador/sönderfall: ☐.

Plattorna är hala vid regn: ☐.

Anslutning till andra material (t.ex. brunnar eller fasader) fungerar dåligt: ☐.

I sådant fall, vad fungerar dåligt?

Kommentarer på något av ovanstående påståenden:

Andra nackdelar eller övriga skador:

Övriga synpunkter: